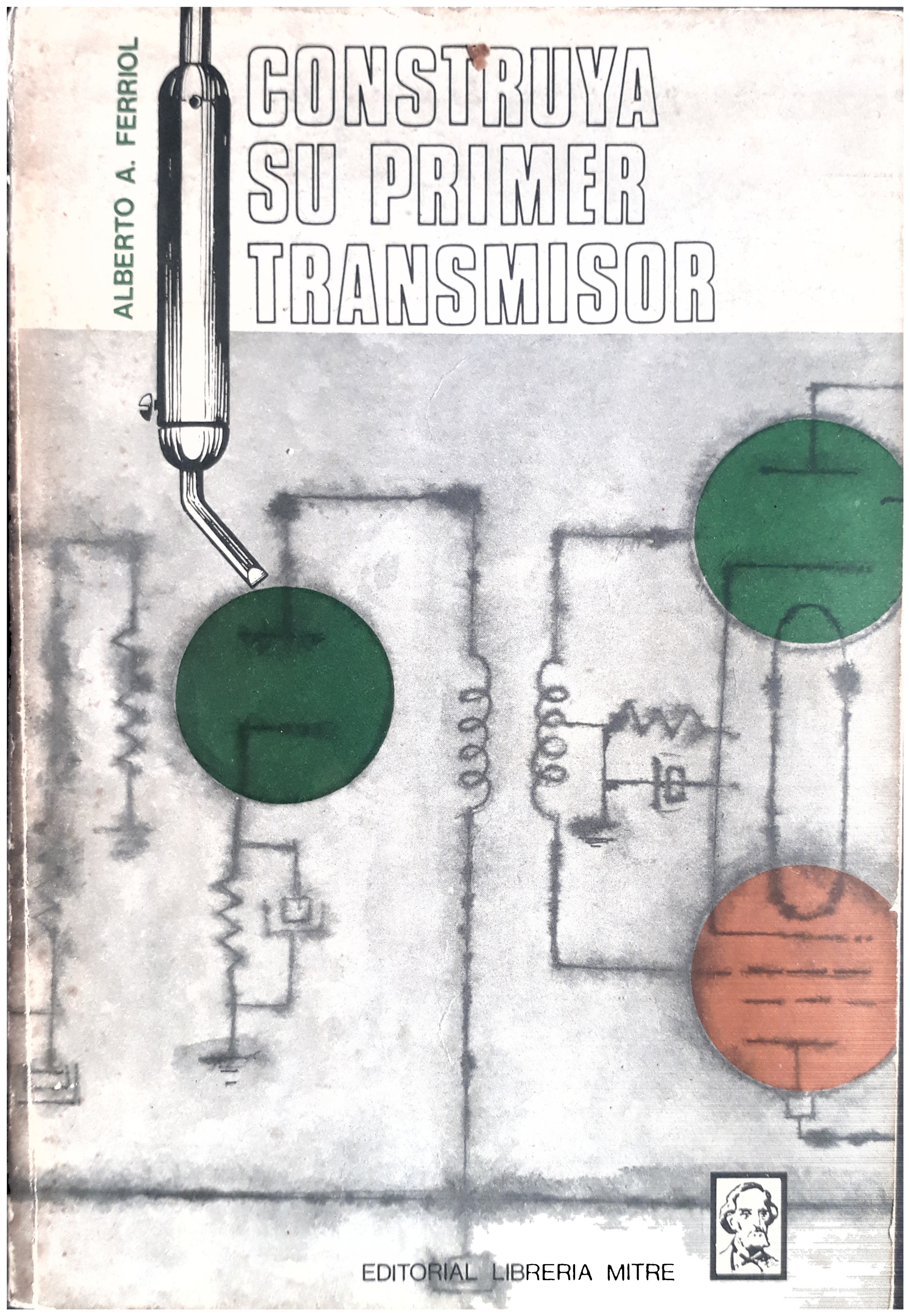
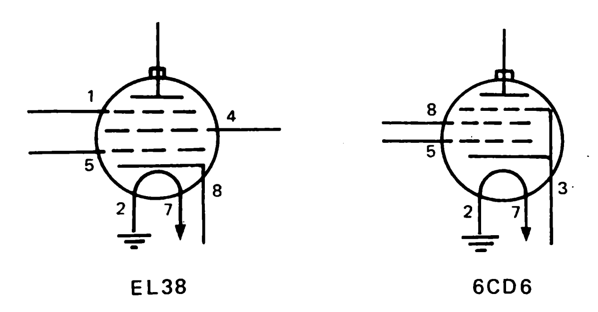

ALBERTO A. FERRIOL
CONSTRUYA SU PRIMER TRANSMISOR
EDITORIAL LIBRERIA MITRE

NOTA IMPORTANTE

Teniendo en cuenta que durante la impresión de este libro se produjo inesperadamente una escasez en plaza de las válvulas 6BQ6, nos apresuramos a informar a nuestros lectores que la misma puede ser reemplazada por la 6CD6 o la EL38, para lo cual sería necesario modificar las conexiones en los zócalos, de acuerdo a los siguientes diagramas de conexiones:



CONSTRUYA SU PRIMER
TRANSMISOR

Impreso en la Argentina
Printed in Argentine

ALBERTO A. FERRIOL

LU. 1AIC - 1DNK.

Ex-Director de la Escuela N° 28 del Consejo Nacional de Educación Técnica.
Ex-Profesor de Tecnología de Radio en la Escuela Gral. San Martín del C. N. de E. Técnica.
Ex-Director de la Escuela del Centro Argentino de Televisión.
Ex-Director Técnico de la revista "Radio Chassis".

CONSTRUYA SU PRIMER TRANSMISOR

Detalles técnicos y prácticos para el armado de un transmisor radiotelefónico de 50 watts, para la banda de 80 metros

EDITORIAL LIBRERIA MITRE S.R.L.

1973

PREFACIO

Si usted interpreta los símbolos radioeléctricos; si es capaz de leer e interpretar un circuito integrado por dichos símbolos; si ha tenido en sus manos o conoce los componentes reales que corresponden a esos símbolos; si sabe soldar conexiones y es capaz de ejecutar en el chasis lo que lee en el circuito, usted está en condiciones de armar su primer transmisor.

Claro está que frente a este problema el novicio se encuentra generalmente indeciso en lo que se refiere a la elección del circuito entre los tantos que posiblemente haya visto en distintas revistas. Y esta indecisión es lógica puesto que carece de la necesaria experiencia para juzgar de entre ellos, cual es el que mas se adapta a sus deseos y posiblidades.

Este es precisamente el motivo que nos decidió a escribir esta modesta obra, en la creencia de poder serle útil al novel transmisorista presentándole un equipo de diseño simple; de sencilla construcción, de costo no muy elevado y de la máxima potencia permitida en la categoría Novicio. Hemos tratado por otra parte de explicar claramente todos los detalles que pudiesen presentar algún inconveniente en su construcción o en su funcionamiento, de modo que de primer intento el equipo funcione correctamente. Por otra parte, luego de construido, el lector tendrá en sus manos un emisor del que sabrá cómo y porqué funciona cada una de sus partes.

INDICE GENERAL

INDICE DE ILUSTRACIONES

CAPITULO I

DISPOSICIONES LEGALES

Para ingresar como radioaficionado en la categoría de *Novicio* es preciso cumplir con los siguientes requisitos:

a) Tener como mínimo doce años de edad.

b) Cuando la edad se halle comprendida entre doce y diecisiete años, se requerirá autorización escrita de los padres, tutor o encargado, los que asumirán la responsabilidad por la actuación en el éter.

Pueden ingresar a esta categoría los que rindan el examen de ingreso de acuerdo al programa de Examen IN. Los que sean presentados por una entidad integrante de la Federación Argentina de Radioaficionados que certifique la actividad del aspirante como radioescucha inscripto o que haya demostrado suficientes conocimientos como para operar una estación de radioaficionado. Los alumnos regulares de las Escuelas Industriales de la Nación dependientes del Consejo Nacional de Educación Técnica que presenten constancia de haber aprobado el primer año de la especialidad del curso de radioperadores. Los alumnos que cursen la especialidad de telecomunicaciones en las Escuelas Técnicas de la Secretaría de Comunicaciones, o en los institutos o escuelas de las Secretarías de Ejército, Marina o Aeronáutica y además de la Dirección General de Gendarmería Nacional y Prefectura Nacional Marítima, que presenten constancias de haber aprobado el primer año de estudios.

3.500 Kc/s a 3.525 Kc/s	A1
3.525 Kc/s a 3.550 Kc/s	A1 – A3
3.550 Kc/s a 3.750 Kc/s	A3

Tabla 1. – Bandas de frecuencias y clase de emisión

Los aficionados comprendidos en esta categoría podrán hacer uso de las bandas de frecuencias y en la clase de emisión que en cada caso se señala en la Tabla 1 (pág. 13).

Además podrán trabajar en A1-A3 en las bandas comprendidas entre 50 y 10.500 Mc/s. La potencia máxima autorizada es de 50 vatios medidos en la última etapa de radiofrecuencia.

CAPITULO II

ESTRUCTURA DE UN EMISOR RADIOTELEFONICO

2.1 Generalidades

Un emisor radiotelefónico del tipo que comúnmente utilizan los radioaficionados se compone de:

a) Un generador de señales de radiofrecuencia, las que pueden estar controladas a cristal, o por medio de un oscilador de frecuencia variable. Esto es lo más común por razones que veremos más adelante.

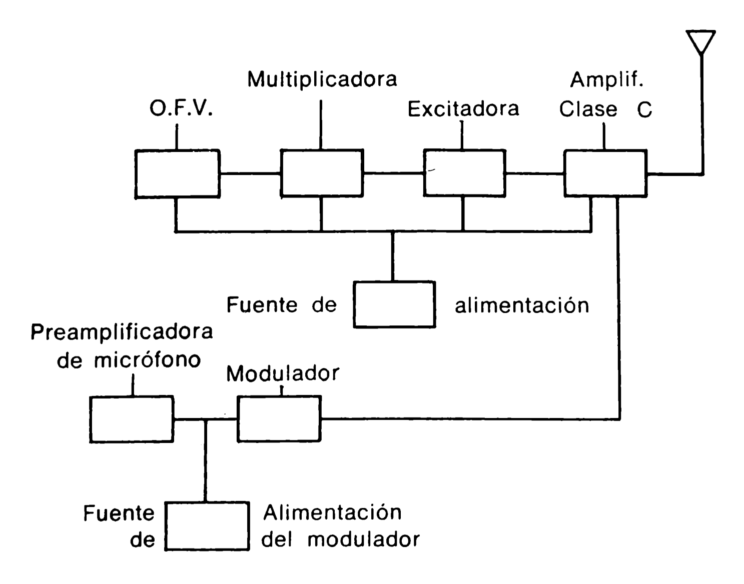


Fig. 1 – Diagrama en bloques, de un transmisor modulado en amplitud

b) una o mas etapas amplificadoras de la señal de r.f. o también etapas multiplicadoras de frecuencia.
c) Una etapa de salida o de potencia provista de un dispositivo para acoplarla a la antena.
d) Una o más fuentes de alimentación para polarizar las placas, rejas auxiliares, etc. de las válvulas de las distintas etapas, así como los filamentos de todas las válvulas.

Este emisor, representado en bloques, es lo que puede verse en la Figura 1. En esta, la etapa preamplificadora de micrófono y el modulador, constituyen en conjunto, un audioamplificador.

2.2 El oscilador de frecuencia variable

Su misión es generar una señal de radiofrecuencia, variable entre los límites de una banda. Por ejemplo, en nuestro equipo, el O.F.V. debería poder generar señales comprendidas entre 3.500 y 3.750 Kc/s. Sin embargo ello no es muy conveniente, ya que en este caso, todas las etapas siguientes deberían trabajar a la misma frecuencia. Esto significa que podrían producirse auto-oscilaciones en etapas que no deben oscilar, sino amplificar. ¿Porqué podría suceder esto? Porque es muy probable que se produzcan oscilaciones, toda vez que el circuito de placa de una válvula quede acoplado y a la misma frecuencia que el circuito de reja. Esto se entenderá mejor con el auxilio de la Figura 2. Supongamos que el circuito

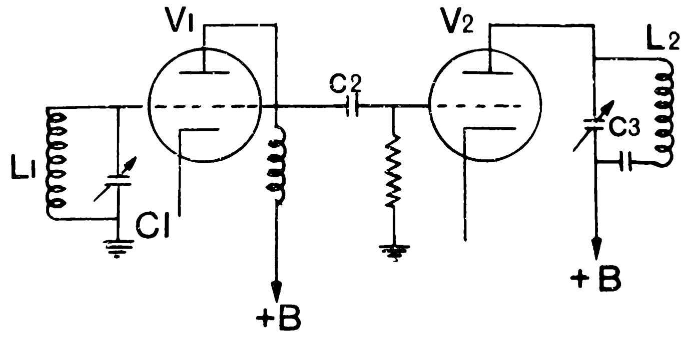


Fig. 2 – L2–C3 resuena a una frecuencia doble a la de L1–C1. V2 se desempeña como *multiplicadora de frecuencia*

sintonizado de reja de V1 (L1-C1) está resonando a 7.000 Kc/s. La señal de r.f. en el circuito de placa de V1 será también de 7.000 Kc/s y se transferirá a la reja de V2, en la que existirá como ya sabemos, una señal de 7.000 Kc/s. Si el circuito de placa de V2 está resonando a la misma frecuencia es muy posible que esta válvula rompa a oscilar, ya que sus circuitos de reja y placa trabajan a la misma frecuencia, produciéndose realimentación a través de la capacidad interna de la válvula.

Es por esta razón que al O.F.V. se lo hace operar comúnmente en una frecuencia mucho más baja que la de salida del emisor, la que se eleva al valor deseado por medio de una o más etapas multiplicadoras de frecuencia. Ejemplo: en nuestro equipo hacemos oscilar al O.F.V. mediante los adecuados valores de la inductancia y la capacidad del circuito de grilla, en un rango de frecuencias que va desde los 1.750 hasta los 1.900 Kc/s. Estas son las llamadas *frecuencias fundamentales*. Supongamos que está sintonizado en 1.800 Kc/s. En los generadores de r.f., junto con la fundamental se generan otras señales que son múltiplos exactos de ellas. Son las llamadas *armónicas*. Así, la segunda armónica de 1.800 sería el doble de ella, es decir, 3.600 Kc/s. La tercera armónica sería 1.800 X 3 = 5.400 Kc/s, etc. En nuestro equipo utilizamos en la segunda etapa una multiplicadora de frecuencia que trabajando en segunda armónica en su circuito de placa nos proporciona señales comprendidas entre 3.500 y 3.800 Kc/s.

Pero volvamos a nuestro O.F.V. El esquema de conexiones es el que puede verse en la Figura 3. L1, C1 y C2 constituyen el circuito sintonizado de grilla y es el que impone la frecuencia de oscilación. C1 es el llamado *fijador de banda,* y C2 es el de *ensanche de banda.* Este es el que va provisto de dial y permite sintonizar a lo largo del mismo, la banda de extremo a extremo. C2 debe ser de pequeño valor comparado con C1, para obtener un conveniente ensanche de banda. Si se quiere obtener que ésta comience y termine en los extremos del dial, tendremos que tener como datos, la frecuencia máxima, la mínima, y el valor de C2. En nuestro caso f max = 1.900 Kc/s; f.min = 1.750 Kc/s; C2 = 50 pF. Entonces el valor de C1 será:

$$C1 = \frac{50 \times f^2 min}{f^2 max - f^2 min}$$

Expresando la frecuencia en megaciclos, resultará:

$$C1 = \frac{50 \times 1{,}75^2}{1{,}9^2 - 1{,}75^2} = 280 \text{ pF}$$

Tenemos ya en el esquema de la Figura 3, los valores de C1 y C2, que son respectivamente 280 y 50 pF. Como el primero de ellos, una vez ajustado, no se ha de tocar más, podría consistir en dos trimmers de 200 pF conectados en paralelo. No obstante, nosotros

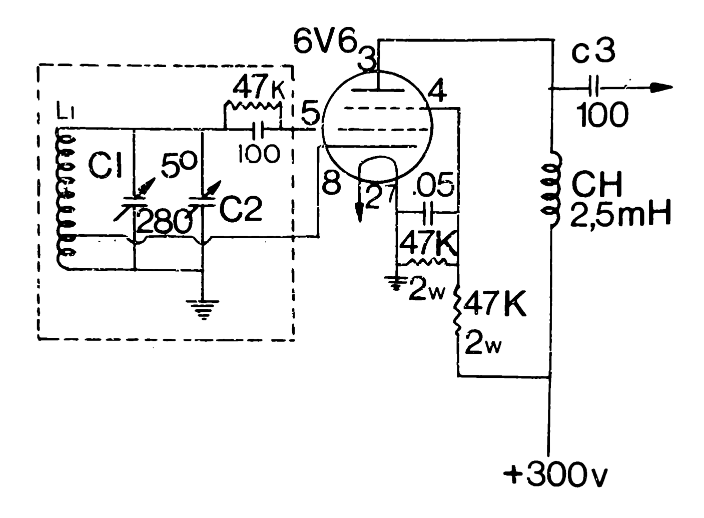


Fig. 3 – Esquema de conexiones de un oscilador de frecuencia variable. Es el que usaremos en nuestro equipo

preferimos usar un capacitor variable del tipo de recepción, de tamaño pequeño, sin llegar al modelo miniatura. Si se consigue de una sola sección, tanto mejor; de lo contrario se utilizará uno doble, del que se usará una sola sección de 410 pF. Se le quitará el trimmer si es que lo trae. En cuanto a C2, si se desea puede adquirirse un capacitor de ese valor. Se pagará a buen precio. De lo contrario puede usarse otro capacitor común de 410 pF y retirarle armaduras del rotor hasta obtener la capacidad deseada. El procedimiento es sencillo: veamos la Figura 4. Entre la armadura 1 y la 2 existe un cierto valor de capacidad. Lo mismo ocurre entre la 2 y la 3. De igual manera entre la 3 y la 4, etc. Todas estas capacidades sumadas

resultan 410 pF. Vemos que existen 22 capacidades. Por lo tanto cada una vale 410/2 = 19 pF. Luego, para obtener 50 pF necesitaremos 50/19 = 2,6 capacidades. Vale decir, que retiraremos todas las armaduras del rotor, en este ejemplo arbitrario, menos las chapas 1 y 3. Se habrán constituido tres capacidades parciales de 19 pF cada una, lo que dará un valor de 57 pF. Esto no tiene mayor importancia, ya que lo tendremos en cuenta en el cálculo de L1. Esta debe resonar en 1.750 Kc/s con 280 pF de C1 más 57 de C2. En total 337 pF.

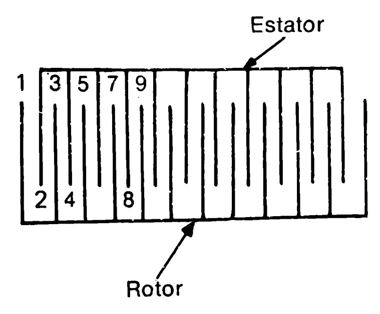


Fig. 4 – El valor total de este capacitor variable es la suma de las capacidades en paralelo que existen entre la armadura 1 y 2; entre 2 y 3; entre 3 y 4, etc.

Ahora podemos calcular el valor de L_1 mediante la expresión:

$$L = \frac{25.330}{f^2 \cdot C}$$

En la que L resulta en microhenrios, si F se expresa en megaciclos y C en picofaradios. En nuestro caso sería:

$$L = \frac{25.330}{1{,}75^2 \times 337} = 25\ \mu Hy$$

Conocido el valor de la bobina, el paso siguiente es determinar las dimensiones físicas para obtener una inductancia de ese valor. La fórmula que se emplea es la siguiente:

$$N = \sqrt{\frac{(3d + 9l) \times L}{0{,}0787 \times d^2}}$$

En la que N es el número de espiras, d es el diámetro expresado en

centímetros; l es el largo del bobinado, también en cm y L es el valor de autoinducción, en μHy.

Es preciso prefijar el diámetro y la longitud del bobinado. Nosotros elegimos para L1 un diámetro de 2,5 cm. El largo lo estimamos en 3 centímetros. Dando ahora los valores a la fórmula anterior resulta:

$$N = \sqrt{\frac{(3 \times 2,5 + 9 \times 3)\ 25}{0,0787 \times 2,5^2}}$$

Esto es lo mismo que:

$$N = \sqrt{\frac{(7,5 + 27)\ 25}{0,0787 \times 6,25}}$$

Realizando las operaciones en el numerador y denominador:

$$N = \sqrt{\frac{862,5}{0,492}} = 41 \text{ espiras}$$

Estas 41 espiras deberán ocupar 3 cm. de longitud. Se tomará una derivación a la tercera parte del total de espiras, a contar del lado de tierra. Esto es, a las 13 espiras.

Para construir la bobina, lo más eficaz es adquirir un tubo de lucite, de pared suficientemente gruesa y de 2,5 cm de diámetro exterior, y llevarlo a un tornero para hacer filetearlo en una extensión de 3 cm con filete poco profundo, a razón de 34 filetes por pulgada. Se empleará alambre esmaltado de 0,5 mm de diámetro. La bobina, una vez terminada presentará el aspecto de la Figura 5. Nótese que se han colocado con tornillos de 1/8, dos escuadritas de aluminio, que servirán para fijar la bobina a una de las paredes de la caja que contendrá todo el oscilador. Estas escuadras son lo suficientemente largas como para alejar la bobina de la pared, por lo menos en el valor del diámetro de la bobina, esto es, 2,5 cm. Los terminales de conexión de la bobina no pueden hacerse con ojalillos remachados por razones obvias: el lucite se quebraría. Queda la solución indicada en la figura 6, la que de por sí es lo suficientemente explicativa como para evitar todo comentario. Se usará alambre estañado de 1 mm de diámetro.

El recipiente de blindaje que contiene a L1, C1 y C2 se podrá

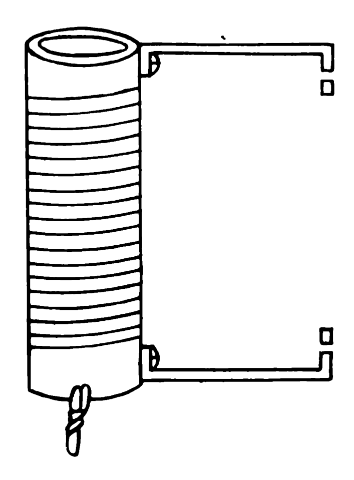


Fig. 5 – Construcción de la bobina del oscilador de frecuencia variable (O.F.V.)

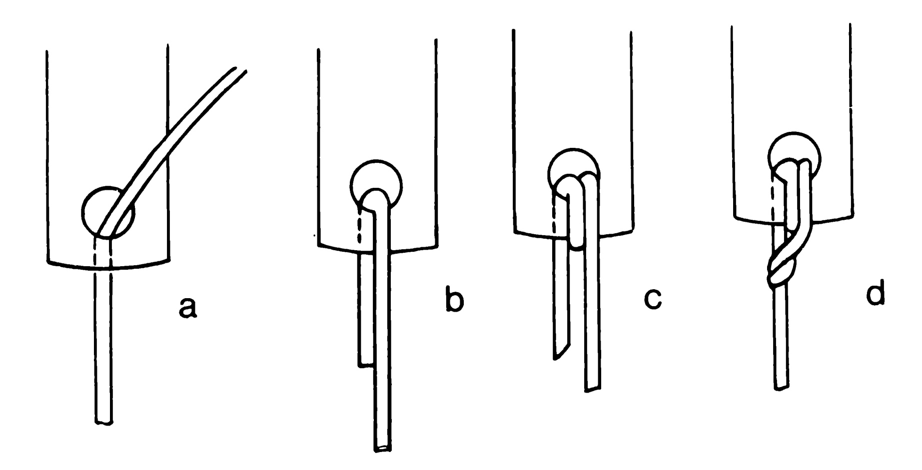


Fig. 6 – Cómo improvisar terminales para conexiones, en bobinas

construir con chapa de aluminio de 1 mm, y podrá tener las medidas que se indican en la Figura 7. Su construcción es la que puede verse en la Figura 8. Es una especie de U con aletas, sobre la que se coloca otra U sin aletas, cerrando totalmente la caja. En la figura se han marcado las perforaciones, las que deberán coincidir en las dos piezas que forman la caja, y en las que se colocarán tornillos Parker, de tamaño adecuado. Esta caja quedará fija al chasis principal, también por medio de tornillos Parker colocados en la base.

La Figura 9 reproduce la 8 desarrollada, a fin de poder observar la uoicación de los materiales que componen el O.F.V. en el interior de la caja de blindaje. Como puede advertirse, en la cara posterior se ha ubicado el zócalo de la 6V6, de modo que la válvula quede fuera de la caja. Esto impedirá que el calor desarrollado por la válvula afecte los valores de L1, C1 y C2, originando corrimientos de

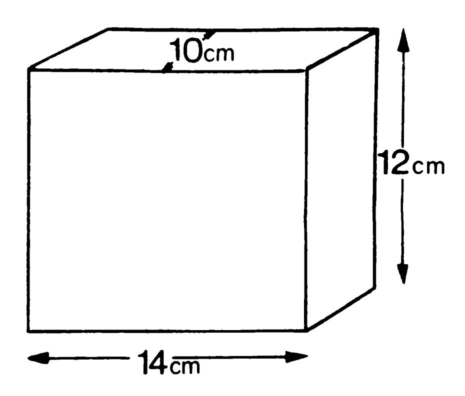


Fig. 7 – Dimensiones de la caja de aluminio que servirá de blindaje al O.F.V.

frecuencia. A un costado del zócalo, y soportada por sus respectivas escuadras se encuentra L1, a una altura tal que quede aproximadamente sobre C1, colocado como puede verse, en la cara de base.

El cable que lleva la alta tensión para la alimentación de placa y pantalla, penetra desde el interior del chasis, por el orificio marcado + y se une a uno de los terminales del puente P. Lo mismo ocurre con el conductor que alimenta el filamento, y con el que va desde la placa hasta un terminal del puente, para salir por el orificio correspondiente de la base, para conectarse a la grilla de la segunda válvula (6L6). Se sobreentiende que las perforaciones 1 y 2 en la

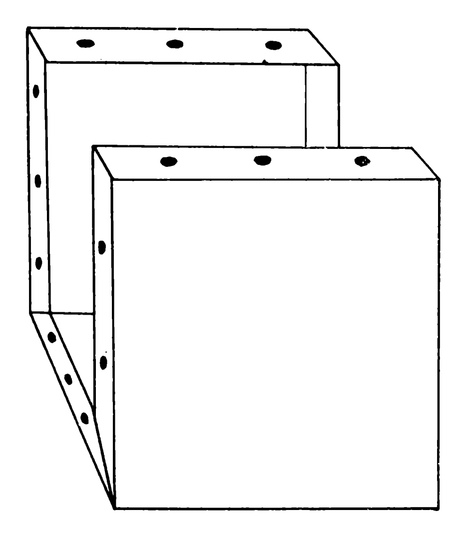


Fig. 8 – Forma de construir la caja-chasis del O.F.V.

cara (3) son las que permitirán el paso de los ejes de los capacitores C1 y C2. C1 estará comandado por una simple perilla indicadora. En cambio C2 llevará un dial de escala suficientemente amplia como para poder indicar cómodamente en su arco, las distintas frecuencias comprendidas en la banda. Nosotros hemos usado un B.E.H. al que le hemos agregado un planetario para obtener demultiplicación mecánica, y por ende, una cómoda sintonía.

Los demás elementos se ubicarán en forma tal que las conexiones resulten cortas y directas. Es sumamente importante la rigidez mecánica de los elementos constituyentes del circuito. El alambre usado para las conexiones deberá tener como mínimo, 1,5 mm de diámetro. C1 y C2 convendrá que sean de construcción sólida y con una razonable separación entre armaduras. Usense para la colocación de los elementos, todos los puentes que sean necesarios. De ninguna manera deben permitirse resistores, capacitores, etc, conectados entre sí por sus propios chicotes y bailando a la menor vibración.

El principio de funcionamiento del O.F.V. o generador de señales puede entenderse fácilmente observando que la porción

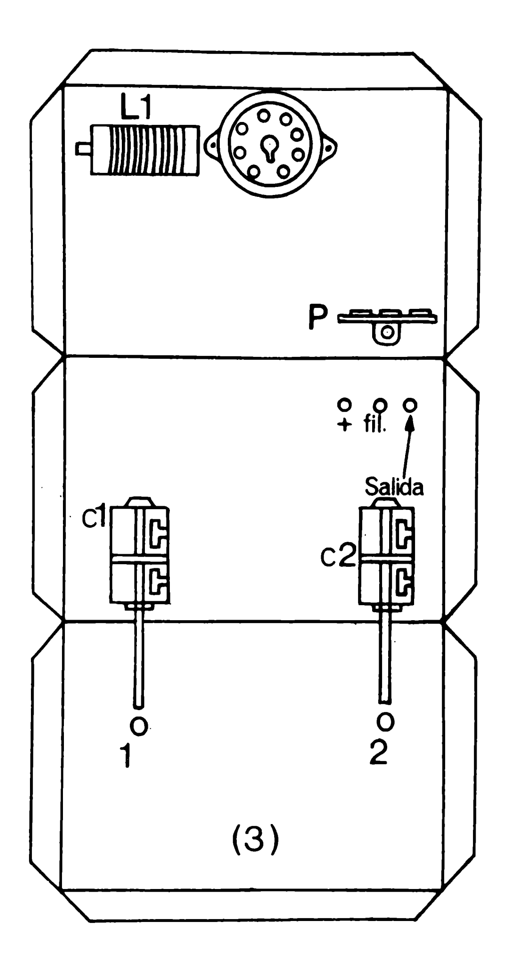


Fig. 9 - Desarrollo de la caja de la Fig. 8 y distribución de los materiales

inferior del devanado de L1 (entre masa y cátodo) pertenece al circuito de placa, desde que la corriente anódica sigue el camino chasis-cátodo-placa-positivo.

La porción superior de la bobina está conectada al circuito de entrada de la válvula (reja-cátodo) y ya hemos dicho que cuando de alguna manera (en este caso inductivamente) se acoplan los circuitos de reja y placa, se puede originar oscilación si la realimentación se efectúa en fase, o lo que es lo mismo, si la realimentación es positiva.

Más claramente podría explicarse el proceso oscilatorio de este circuito con ayuda de la Figura 10. Supongamos que la porción (a) de la bobina fuese una resistencia pura. En este caso, al cerrar I, circularía una corriente en el sentido indicado por la flecha en línea llena, que en el interior de la válvula circularía de cátodo a placa. Esta corriente alcanzaría su valor normal en el mismo instante en que se cerrase I, es decir, en el momento en que en los extremos de la resistencia se estableciese la correspondiente diferencia de potencial. En otros términos, la tensión y la corriente estarían en fase. El circuito quedaría cerrado a través de la válvula y la corriente mantendría en todo momento un valor constante.

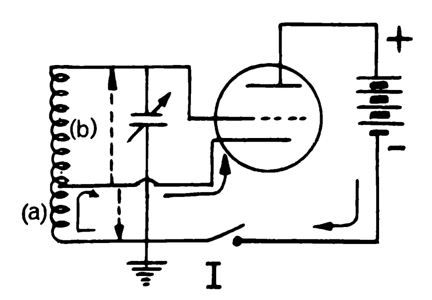


Fig. 10 – Principio de oscilación en un circuito de acoplamiento magnético

Pero (a) no es una resistencia pura sino una inductancia, y por lo tanto ha de presentar ciertos efectos reactivos que veremos a continuación.

El valor definitivo de la corriente en este tramo de bobina no se ha de alcanzar instantáneamente, sino al cabo de un tiempo. (Recuérdese que en todo circuito con reactancia inductiva, la corriente se encuentra en retraso con respecto a la tensión).

Desde el momento en que se cierre I hasta el instante en que la corriente tome su valor definitivo, ésta habrá pasado por valores crecientes en distintos tiempos, lo que habrá dado lugar (Ley de Lenz) a la aparición de una f.e.m. autoinducida de sentido opuesto, desde que debe oponerse a esta variación creciente de la intensidad. Es la f.e.m. que queda representada con línea de puntos.

La inductancia total (trozos a y b) puede considerarse como un autotransformador del que a es el primario y b el secundario. Por lo tanto en esta rama habrá una f.e.m. inducida, defasada en 180° con respecto a la del primario, que queda, en la figura, representada por la línea de puntos de sentido opuesto a la anterior. Se advierte que la grilla está en este momento, polarizada positivamente.

En la Figura 11 se ha representado una curva característica de la válvula. Admitamos que la polarización positiva que ha adoptado la grilla es Vg1. Para este valor la corriente de placa es Ia.

Cuando la corriente en el trozo *a* de la bobina alcance su valor de régimen, no aumentará mas y por lo tanto desaparecerá la fuerza contraelectromotriz autoinducida. Desaparecerá también la f.e.m. inducida en b, y la grilla se encontrará a potencial cero. Para este valor de polarización, según el gráfico de la figura 11, corresponde una corriente de placa de valor Ia'. Se encuentra sin embargo en

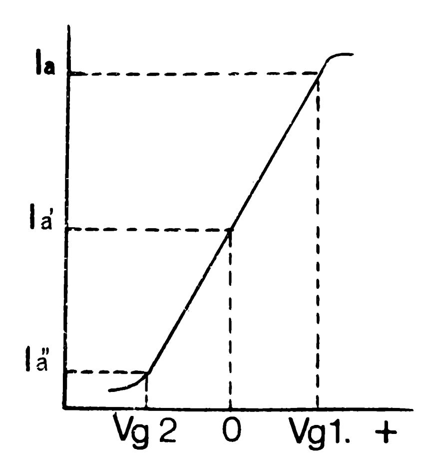


Fig. 11 – Curva característica de la válvula osciladora e intensidades instantáneas que toma durante el proceso oscilatorio

la. Esta situación de desequilibrio no puede subsistir, por lo que dicha corriente tiende a bajar de Ia a Ia'. En cuanto ello ocurre, aparece nuevamente una f.e.m. autoinducida en *a*, y otra inducida en b, de sentido contrario al caso anterior, con la consecuencia de que la grilla se encuentra polarizada con una tensión negativa, que en la figura 11 está indicada por Vg2. La corriente de placa desciende hasta Ia". Por debajo de este valor no puede descender, y por lo tanto se estabiliza. Desaparecen nuevamente las fuerzas electromotrices inducidas y autoinducidas y la grilla vuelva a encontrarse polarizada a cero potencial. La corriente en estas condiciones ya sabemos que será Ia'. Sin embargo se encuentra en el valor Ia". Nuevamente tiende a recobrar el equilibrio, es decir, a ascender, y nuevamente aparece la f.e.m. autoinducida e inducida que polariza otra vez la grilla con el valor Vg1 con lo que el proceso se repite indefinidamente. Vemos pues que la corriente anódica de la válvula está oscilando continuamente entre los valores límites Ia y Ia", sin alcanzar nunca el punto de reposo Ia'. En la Figura 12 se han dibujado estas variaciones en función del tiempo. Se ve que la corriente de placa es de tipo oscilatorio. La frecuencia de la misma estará impuesta por las constantes eléctricas del circuito L-C.

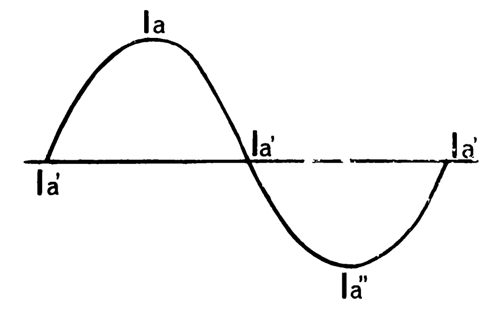


Fig. 12 – Resultado de las variaciones instantáneas de intensidad en el circuito anódico

Ya se comprende que cuanto mayor sea C mas baja será la frecuencia de resonancia por cuanto más tiempo tardará en cargarse y descargarse el capacitor. Lo mismo ocurrirá con la bobina.

En la Figura 3, el resistor y el capacitor en paralelo conectado al circuito de grilla de la válvula tienen por objeto proveer la necesaria polarización negativa de reja de la válvula. El capacitor de 100 pF conectado en paralelo con el resistor tiene por objeto ofre-

cer un fácil paso hacia la reja, de las oscilaciones de r.f. las que de otra manera se verían disminuidas en amplitud por efectos del resistor de alto valor.

En la figura 3 la válvula es un pentodo (la reja supresora está unida internamente al cátodo) y en la Figura 10, la válvula es un triodo. Sin embargo en ambos casos el oscilador es el mismo, y conocido con el nombre de *oscilador de acoplamiento electrónico.* Y es que en realidad en la Figura 3, el verdadero circuito oscilador está constituido por el cátodo, la reja sensible y la reja auxiliar que actúa como placa osciladora. La placa real de la válvula es un elemento acoplado electrónicamente al oscilador. De ahí la gran estabilidad de frecuencia de este circuito. Como la placa no forma parte del oscilador, las distintas cargas que se apliquen a la misma no afectarán sensiblemente la estabilidad de frecuencia.

La reja auxiliar o placa osciladora se alimenta a través de un divisor de tensión compuesto de dos resistores de igual valor, ya que esta reja debe estar polarizada con aproximadamente la mitad del valor, de la tensión de placa. El capacitor de 0,05 μF impide que la energía de r.f. se derive hacia la fuente de alimentación.

La carga de placa es aperiódica y está constituida por un choque de 2,5 mHy. A la placa de la 6V6 está conectado un capacitor de 100 pF a dieléctrico de mica, que sirve de acoplamiento con la siguiente etapa que es una multiplicadora de frecuencia y excitadora, a cargo de una 6L6, cuyo esquema puede verse en la Figura 13.

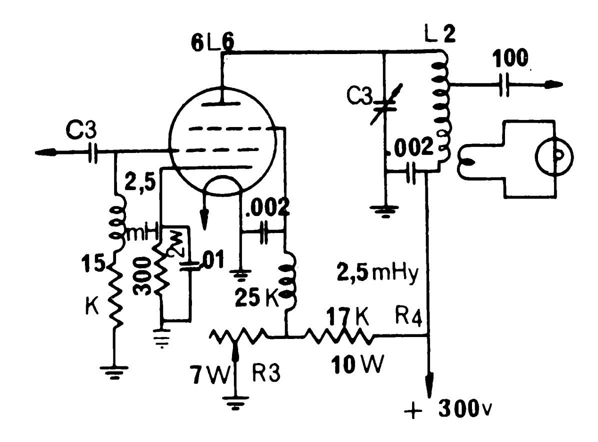


Fig. 13 Esquema de conexiones de la etapa multiplicadora de frecuencia

2.3 El multiplicador de frecuencia

La reja sensible de la 6L6 (Fig. 13) recibe del O.F.V. una señal de r.f. de, supongamos 1.800 Kc/s. Esta señal es transferida a la placa, la que está polarizada con alta tensión positiva, a través de L2.

El circuito sintonizado C3-L2, que constituye la carga anódica de la válvula, está interrumpido por el capacitor de 0,002 pF a fin de evitar el cortocircuito que se produciría por estar C3 a masa.

Si los valores de L2 y C3 son los adecuados, el circuito resonará en 3.600 Kc/s, es decir, a la segunda armónica de la señal del O.F.V. Como vemos, se ha conseguido multiplicación de frecuencia.

El capacitor de 100 pF conectado a una derivación de L2, cumple la misión de acoplar esta etapa a la grilla de la amplificadora final, es decir, de excitar a la misma.

En el extremo *frío* de L2, es decir, en el opuesto al extremo de placa, observamos una pequeña bobina de no más de dos o tres vueltas a espiras juntas y separada unos 4 a 5 mm de L2. Los extremos de esta bobinita se conectan a un foquito común del dial (6,3 volts) el que servirá para indicar por medio de un máximo brillo, la posición de C3, que determina resonancia. Demás estará decir que este foquito deberá ubicarse en el panel frontal del transmisor.

La reja auxiliar está alimentada por un divisor de tensión variable, formado por R3 y R4. R3 es un potenciómetro de alambre, que permitirá variar entre ciertos límites, la tensión aplicada a la reja auxiliar. Según cual sea esta tensión será la potencia que podrá liberar la válvula, y por consiguiente la magnitud de la señal enviada a la etapa final. Es por ello que este potenciómetro se desempeña como un *control de excitación.* Ya veremos cómo usarlo, al hablar del ajuste del transmisor.

Una etapa multiplicadora de frecuencia no difiere mucho de una etapa convencional de amplificación, salvo en el hecho de que el rendimiento de la válvula como multiplicadora es bastante menor que trabajando en fundamental.

Si se quiere obtener una salida equivalente, habría que aumentar mucho la tensión anódica, excediéndose así el régimen normal de trabajo de la válvula. Si la potencia que suministra el multiplicador no es suficiente para excitar la etapa que la sigue, es preferible agregar una etapa amplificadora trabajando a la frecuencia de salida del multiplicador.

Las mejores válvulas como multiplicadoras son los tetrodos o

los pentodos de haces dirigidos, por su mayor sensibilidad o potencia. El aumento de la tensión anódica para obtener una mayor salida no es una solución conveniente, ya que se acorta la vida de la válvula.

Dijimos en renglones anteriores que dado que los circuitos de entrada y salida del multiplicador trabajan a distintas frecuencias, es muy improbable que se produzcan oscilaciones en esta etapa; pero no obstante, si se utilizan válvulas de muy elevada transconductancia, es posible que la etapa auto oscile, por lo que se hará necesario neutralizarla. Esto puede obtenerse mediante un circuito como el de la Figura 14 en el que se emplea neutralización inductiva por eslabón. Estos son L1 y L2, constituidos por pequeñas bobinas de dos o tres vueltas ubicadas cerca del extremo "frío" de los respectivos tanques de placa y grilla. Ambas bobinas se interconectan por medio de un cable trenzado. El mayor o menor acoplamiento determina el grado

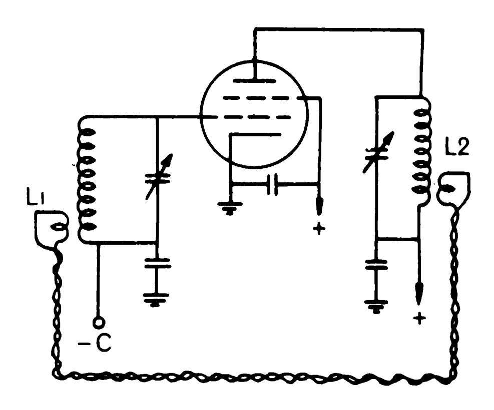


Fig. 14 – Neutralización inductiva

de realimentación, por lo que experimentalmente habrá que establecer la distancia adecuada entre el eslabón y la bobina de tanque. La interconexión de L1 y L2 puede hacerse también conectando a masa un extremo de cada una de ellas, y uniendo por medio de un conductor los extremos opuestos. En caso de que aumente la autooscilación, inviértanse las conexiones de una de las bobinas.

El tanque de placa de la 6L6 lleva un capacitor variable que puede ser uno común de recepción, el que llevaremos en la sección

utilizada, al valor de 150 pF. de acuerdo al método descrito ya con referencia a la Figura 4. Para que con este valor, L2 resuene en 3,5 Mc/s, deberá tener un valor de autoinducción de 13,7 μHy.

Esta bobina puede construirse sobre tubo de 2 cm de diámetro, bobinado 32 espiras de alambre de 0,55 mm de diámetro, las que ocuparán una longitud de 2 cm. La forma de realizarla ya fué comentada al referirnos a L1. La derivación en L2 se tomará a las 7 espiras a contar de placa. El objeto de esta derivación es el de equilibrar aproximadamente la impedancia de salida de la multiplicadora con la impedancia de entrada de la o las válvulas finales.

2.4 La etapa final de R.F.

Nuestro primer transmisor tiene una etapa final a cargo de dos válvulas 6DQ6 conectadas en paralelo, a fin de lograr la potencia de entrada deseada (50 vatios). Cierto es que hubiéramos podido lograr la misma potencia empleando una sola válvula de otro tipo. Pero el costo de dos 6DQ6 es inferior al de una 807. Por otra parte aquellas requieren una tensión anódica de 300 a 350 volts. La 807 necesita 600 volts. Por lo tanto resultan mas económicas las fuentes de alimentación ya que requieren transformadores de más baja tensión, capacitores de filtro para menor tensión de trabajo, etc.

Cuando se emplean válvulas en paralelo, la corriente de placa resulta doble a la que corresponde a una sola válvula. La capacidad de entrada, o sea la capacidad grilla-cátodo, así como la capacidad de salida (placa-cátodo) resulta doble que la que presenta una sola válvula. Esto no tiene mucha importancia en frecuencias bajas como las que estamos trabajando, pero sí en las frecuencias superiores.

La impedancia de reja de dos válvulas en paralelo equivale a la mitad de la de una sola. Esto debe tenerse en cuenta cuando el circuito de reja es sintonizado, por cuanto en este caso el capacitor variable debe tener el doble del valor que correspondería para una sola válvula, para mantener el mismo valor del factor de mérito. En nuestro caso tampoco tendremos esto en cuenta por cuanto el circuito de reja es aperiódico.

La resistencia de carga de placa equivale también a la mitad de la que corresponde a una sola válvula y por consiguiente la capacidad del circuito sintonizado de placa debe ser el doble de la capacidad

recomendada para una sola válvula. En nuestro caso la carga de placa no es un circuito sintonizado clásico, sino un acoplador en pi, del que nos ocuparemos oportunamente.

La corriente de grilla en válvulas en paralelo resulta doble, por lo que la resistencia de reja que sirve para polarizarla negativamente, debe tener un valor igual a la mitad del que correspondería para una válvula. También se requiere el doble de potencia de excitación.

La Figura 15 reproduce el esquema de conexiones de esta etapa, con los valores de cada uno de los elementos.

En serie con la reja sensible de cada una de las 6DQ6 observamos dos pequeñas bobinas que tiene por objeto evitar interacciones entre las dos válvulas por diferencias eléctricas entre ellas. Estas bobinas se construyen devanando 10 espiras un poco separadas, de alambre de 1 mm, sobre un resistor de 100 ohms, 1 watt.

La polarización negativa de reja se obtiene por el sistema de resistencia de escape, Rg en el esquema. Cómo se obtiene esta polarización tiene fácil explicación. A la reja de la amplificadora final, llega la señal de excitación, proveniente de la etapa anterior. Demás está decir que se trata de una señal alterna de alta frecuencia. En los hemiciclos positivos, la reja absorbe electrones del cátodo, por lo que se establece una corriente a través de Rg, la que cierra el circuito por su otro extremo con el cátodo. Dicha corriente sigue la dirección reja-cátodo, y por lo tanto polariza negativamente la grilla, dada la diferencia de potencial que se establece en los extremos de resistencia.

El valor de Rg se establece dividiendo la tensión de reja conque deberá trabajar la válvula, por la corriente continua recomendada para la misma.

Un inconveniente de este sistema (que se usa comúnmente por su sencillez) es que si por cualquier motivo falla la señal de excitación, la polarización de reja cae a cero, con lo que la corriente de placa puede llegar a límites peligrosos para la válvula. Es pues muy conveniente que el miliamperímetro se encuentre conectado permanentemente durante el funcionamiento del transmisor, en el circuito de grilla, es decir conectado por medio de la llave correspondiente (LL5 en el esquema general de la Figura 16).

Conectada a las placas de las válvulas finales, observamos una pequeña bobina, construida exactamente igual que las de grilla. Conectada en placa, tiene por objeto suprimir las oscilaciones parásitas. El choque de placa (CH1), puede ser de 2,5 mH construido

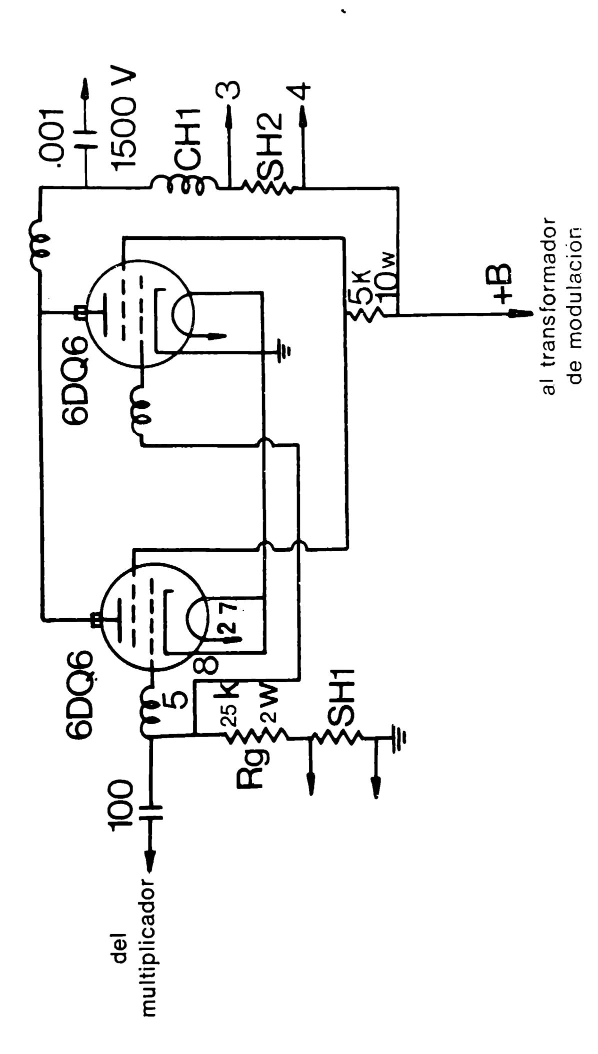


Fig. 15 – Esquema de conexiones de la etapa final de amplificación de r.f.

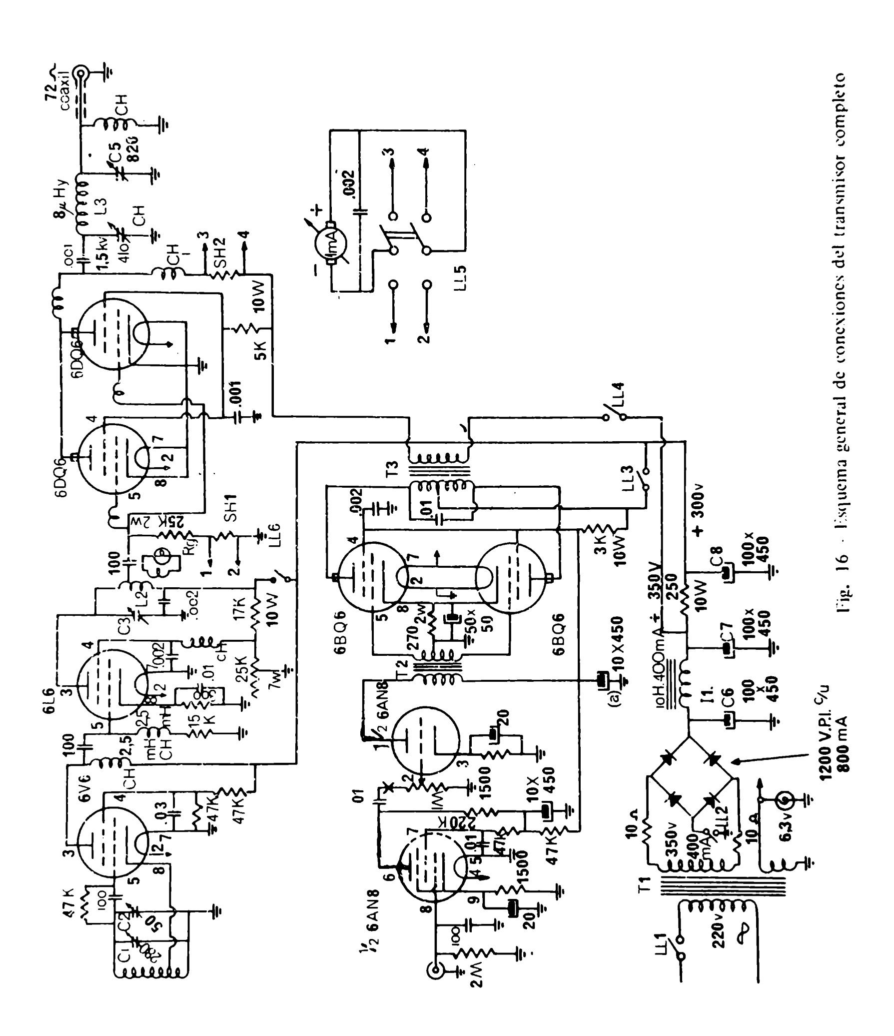


Fig. 16 · Esquema general de conexiones del transmisor completo

para un pasaje de corriente de 200 mA. En cambio CH puede ser uno común de 2,5 mH a 125 mA.

SH1 es un shunt que queda conectado al instrumento cuando LL5 está en la posición 1-2. Como el instrumento tiene una sensibilidad de 1 mA a escala plena, y la corriente total de grilla estará alrededor de los 10 mA, este shunt deberá tener un valor tal de resistencia como para que conectado en paralelo con la interna del instrumento, pasen por él 9 mA, y uno por el instrumento. De esta manera, cuando el instrumento indique escala plena, es decir, 1 mA, estará registrando en realidad el paso de una corriente de 10 mA. La lectura se hará entonces multiplicando las lecturas de la aguja por diez, operación que se hace mentalmente.

La construcción de estos shunts es lo que veremos de inmediato (Fig. 17). Tendremos que contar con un multímetro, instrumento que por otra parte no puede faltar en ninguna estación de aficionado Disponemos la llave del multímetro para medir intensidades en escala de 5 mA o en cualquier otra en que se pueda medir este valor. Se cortocircuitarán los bornes de SH y se cerrará la llave I. Se regulará el potenciómetro de alambre de 500 ohms, hasta que en el multímetro se lean exactamente 5 mA. A continuación, y sobre un resistor de 1 megohm, 1 watt, se devanarán unos 3 metros de alambre esmaltado de 0,1 mm de diámetro. *Se abrirá I,* y se colocará el devanado recién construido en SH. El instrumento registrará una cierta intensidad. Si esta es muy elevada, *se abrirá I,* se retirará SH y se le quitará una cierta cantidad de espiras, hecho lo cual volverá a colocarse en los bornes SH y se cerrará nuevamente I. La lectura en el

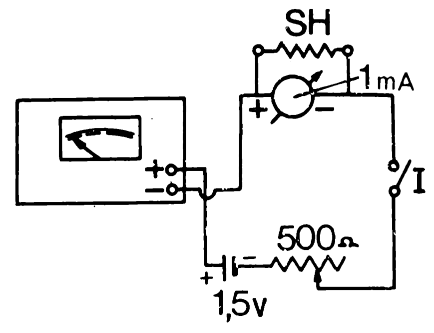


Fig. 17 Circuito a utilizar para la construcción de los shunts necesarios para el miliamperímetro de doble escala

instrumento habrá disminuido. Se procederá en la misma forma por sucesivos tanteos hasta obtener que el instrumento indique exactamente media escala. No olvidar abrir I antes de retirar el shunt. Así quedará construido SH1, que nos permitirá medir hasta 10 mA.

Para construir el otro shunt se cortocircuitarán los bornes SH y se cerrará I. Se ajustará el reóstato hasta que el multímetro indique una corriente de 50 mA. Convendrá para esto que el elemento de pila sea del mayor tamaño posible para que el drenaje de corriente no influya mucho en el valor de la f.e.m. en los bornes de la pila.

El nuevo shunt se construirá con alambre de 0,5 mm en la misma forma que el anterior. Se seguirá el mismo procedimiento hasta obtener que en el multímetro la lectura resulte igual a la cuarta parte de la escala del instrumento de 1 mA. Este shunt será SH2 y servirá para leer hasta 200 mA.

Las válvulas finales operan en Clase C, como ocurre en casi todos los transmisores de aficionados. Este sistema se utiliza para amplificar potencia de señales no moduladas y poder introducir en ellas la modulación. Consiste en polarizar negativamente la reja con un valor considerablemente mayor que el necesario para determinar el corte de la corriente de placa, de manera que la corriente anódica

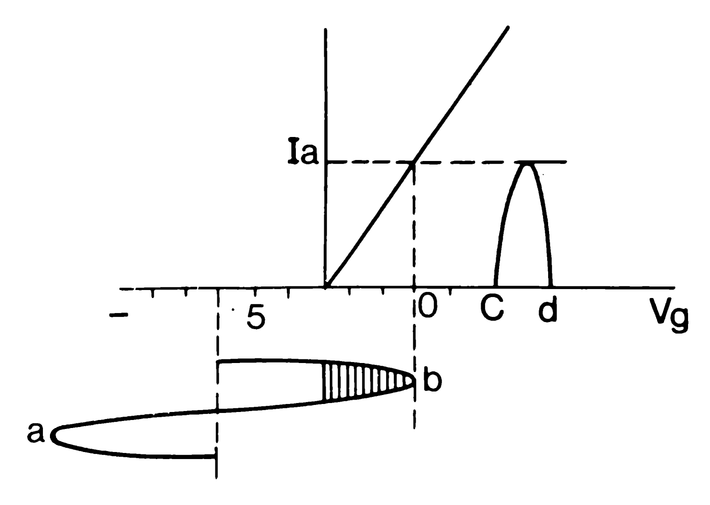


Fig. 18 – Amplificación clase C. La parte sombreada de la señal de excitación es la única parte del ciclo que puede originar variaciones de corriente de placa en las amplificadoras finales

será cero cuando no exista tensión alterna de reja aplicada, cuyo valor de pico positivo sobrepase el valor fijo negativo de polarización. Esto es lo mismo que decir que la corriente de placa circula durante un tiempo apreciablemente menor que la mitad de cada ciclo, cuando en la reja está aplicada una tensión alterna de cierto valor. Esto se entenderá mejor consultando el gráfico de la Figura 18. Representa la curva de transferencia de una válvula. Vemos que la tensión negativa para producir el corte de la corriente de placa es de − 3 volts. Aplicamos a la reja una tensión negativa de 6 volts, es decir, una tensión mayor que la necesaria para llevar al corte la corriente de placa. Si en estas condiciones la reja recibe una señal de excitación de amplitud ab, solamente la parte sombreada del pico positivo de la señal, causará circulación en la corriente de placa. Vemos también que si la amplitud de esta señal hubiera sido algo mayor, la reja habría resultado positiva durante un breve tiempo.

Si consideramos que el ciclo completo de la señal equivale a 360°, vemos que la corriente de placa circula durante menos de 180°. Esta es precisamente la definición de lo que se entiende por amplificación Clase C.

El gráfico nos dice que la variación de la corriente de placa representada por el pico cd, no es una fiel reproducción de la señal de entrada (senoide ab) lo que vendría a constituir una seria distorsión. En radiofrecuencia, esto no tiene mayor importancia porque el circuito sintonizado de placa, que es donde se producen estas variaciones de corriente, reconstruye la señal de entrada merced al llamado *efecto volante del tanque.* Esto puede explicarse con un ejemplo. Supongamos una hamaca a la que hemos dado un primer impulso. Para que esta efectúe su recorrido de ida y vuelta, no es preciso que acompañemos a la hamaca en su doble recorrido. Bastará con que periódicamente, al llegar a nosotros, le apliquemos un pequeño impulso. La hamaca de por sí describirá el ciclo completo y lo seguirá haciendo mientras en tiempos iguales, reciba el impulso necesario.

Esto explica porqué el sistema de amplificación Clase C es de gran rendimiento: solamente existe consumo, es decir, circulación de corriente de placa durante el tiempo que corresponde a una pequeña parte del pico positivo de la señal de excitación.

2.5 El acoplador de antena en PI

La energía almacenada en un tanque convencional de placa de un amplificador clase C, debe ser transferida a la antena por medio de una línea de alimentación. Aquella es la encargada de disipar la energía en forma de campo electromagnético. Existen diversos métodos para lograr esto, uno de los cuales se encuentra esquemátizado en la Figura 19. L1 es una bobina de dos a tres espiras, del mismo diámetro que L, y provista de un dispositivo mecánico que le permite variar la distancia con respecto a L, o también variar la posición relativa en forma axil. En otras palabras: variar el grado

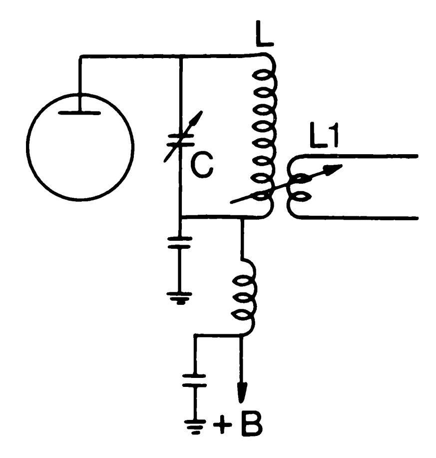


Fig. 19 – Acoplamiento del tanque final a la antena por medio de un eslabón

de acoplamiento. Este sistema que se puede utilizar con líneas bifiliares o monofiliares, en cuyo caso el extremo inferior de L_1 se conecta a masa, requiere casi siempre un sistema de sintonía con capacitores variables en serie o paralelo en los alimentadores, cuando no un verdadero acoplador de antena.

El sistema adoptado por nosotros es mucho mas simple, de resultados mas seguros, y lo que es muy importante: es capaz de cargar una antena de cualquier longitud. Claro está que los mejores resultados se obtendrán cuando la antena está correctamente diseñada e instalada para la banda en que debe funcionar. En la figura 20 se ilustra el acoplador en pi que utilizamos en nuestro equipo.

El cálculo de los valores de L, C_1 y C_2 lo realizamos en base al texto de "The radio Amateur's Handbook" (edición 1960) pág. 173. Lo reproducimos por cuanto es posible que el lector lo necesite para diseñar un acoplador para otras bandas.

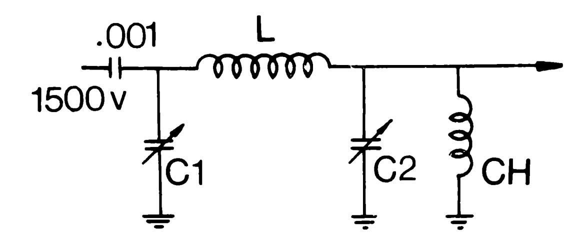


Fig. 20 – Acoplamiento del tanque final a la antena por medio de un circuito resonante en pi. Con este sistema se utilizan líneas de transmisión de baja impedancia (50 o 72 ohms)

En la Figura 21 vemos un gráfico en el que se puede leer la reactancia que debe tener C1, en función de la resistencia de carga de placa, para distintos valores de Q. Hagamos la salvedad de que cuanto menor sea el Q, menor será el rendimiento para la frecuencia de resonancia de la antena, pero en cambio, se obtendrá una respuesta más uniforme para todas las frecuencias de la banda. Conocida la reactancia y la frecuencia, será fácil determinar la capacidad. Ejemplo: en nuestro caso, la resistencia de carga de placa se obtiene dividiendo la tensión de placa por el doble de la corriente anódica. La tensión de placa será de 350 volts. La corriente anódica, de 150 m A (0,15 A). Se debe tomar el doble de este valor. Por lo tanto la resistencia de carga será 350/0, 300 = 1166 ohms. Para esta resistencia, según el gráfico, corresponde una reactancia de unos 120 ohms para un Q de 10. El valor de capacidad en función de la frecuencia y la reactancia es:

$$C = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot Xc}$$

en la que C resulta en Faradios, si f se expresa en ciclos y Xc en ohms. Por consiguiente:

$$C = \frac{1}{6{,}28 \times 3.500.000 \times 120} = 0{,}000.000.000.500 \text{ F}$$

lo que sea 500 pF.

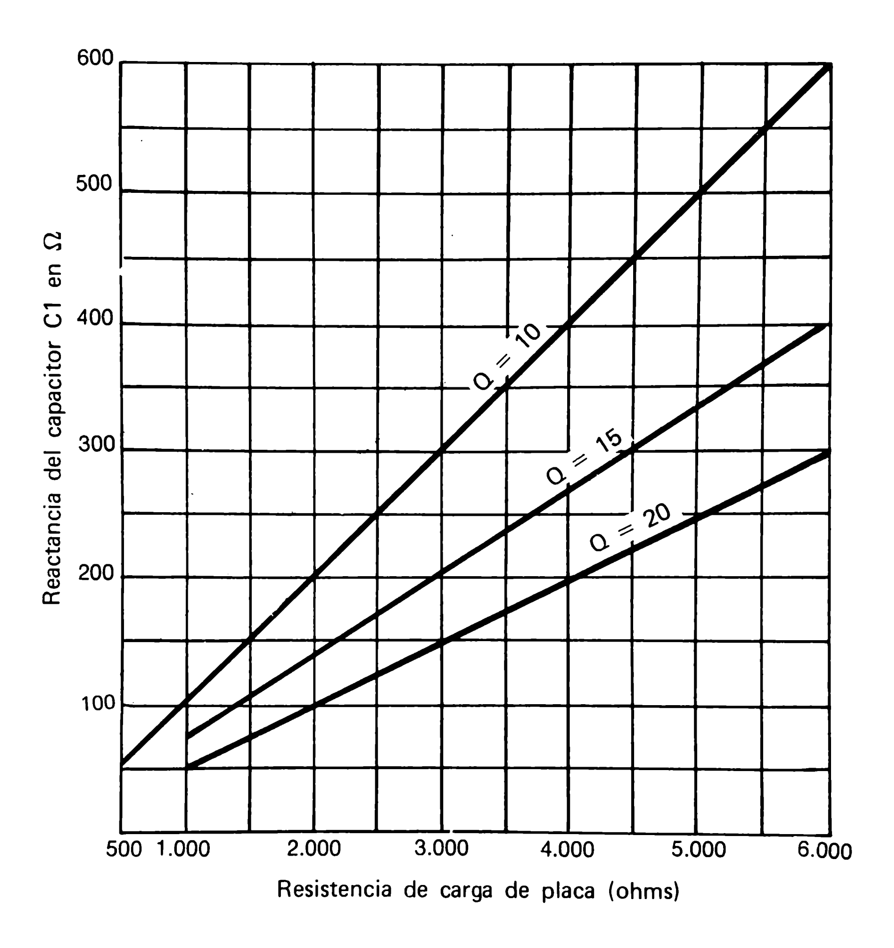


Fig. 21 – Gráfico que permite calcular el valor de C1 (Fig. 20) en función de la resistencia de carga

El gráfico de la Figura 22 nos da la reactancia de la bobina en función de la resistencia de placa. Esta sabemos que equivale a 1166 ohms. De acuerdo al gráfico, la reactancia es de unos 140 ohms.:

El valor de L en función de la reactancia y de la frecuencia es:

$$L = \frac{X_L}{2\pi \cdot f}$$

para nuestro caso sería:

$$L = \frac{140}{6{,}28 \times 3.500.000} = 0{,}000.006 \text{ Hy}$$

o lo que es lo mismo, 6 μ Hy.

Por último, el gráfico de la Figura 23 nos da la reactancia de C2, siempre en función de la resistencia de carga. Si esta vale

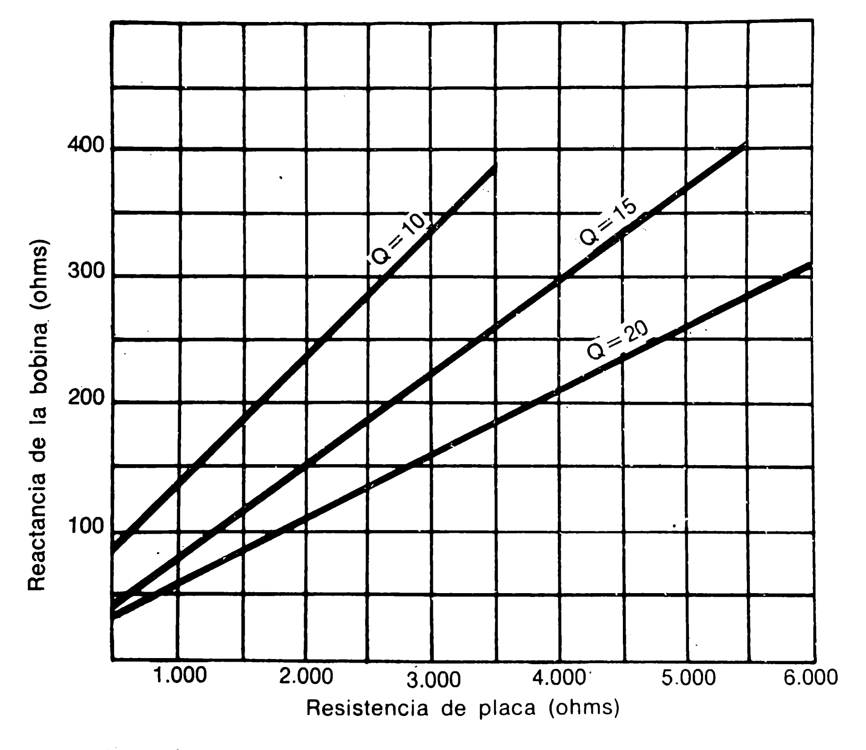


Fig. 22 – Gráfico empleado para calcular la reactancia de L (Fig. 20) en función de la resistencia de placa y del Q deseado

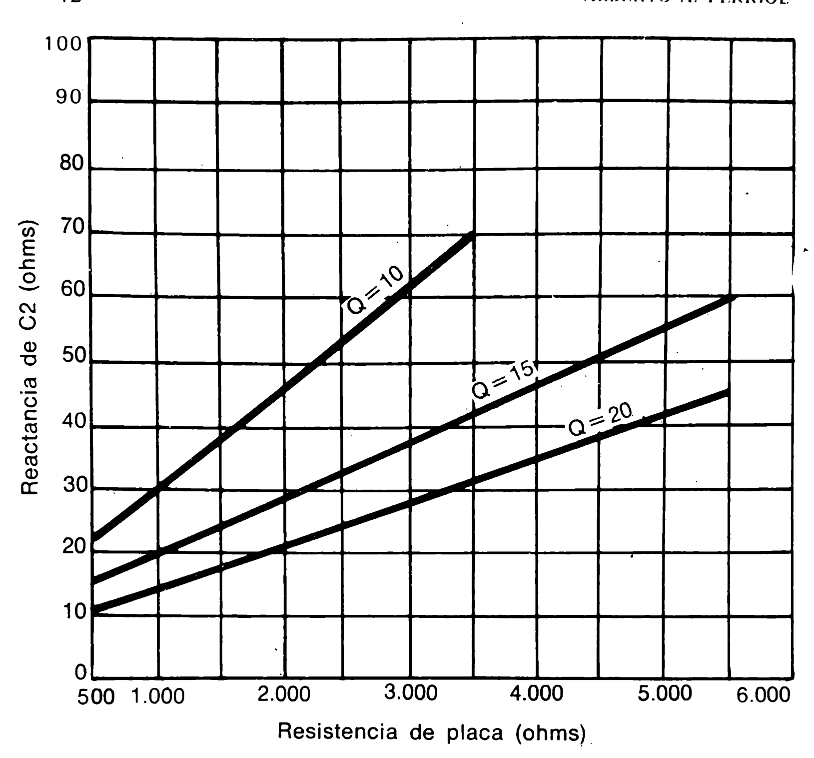


Fig. 23 – Gráfico para el cálculo de C2 (Fig. 20) en función del Q y de la resistencia de placa

aproximadamente 1.200 ohms, la reactancia de C2 será de 30 ohms aproximadamente. Por consiguiente el valor de C2 será:

$$C2 = \frac{1}{6{,}28 \times 3.500.000 \times 30} = 0{,}000.000.001.500 \text{ F}$$

o lo que es igual a 1.500 pF.

El circuito sería pues el de la Figura 24. Como puede notarse desde el punto de vista práctico, no es fácil encontrar capacitores variables de los valores indicados. Para C1 podemos utilizar una sección de un capacitor común de recepción, cuyo valor es de 410 pF. Para C2 conectamos las dos secciones de otro capacitor

en paralelo, lo que nos da 820 pF. Veamos ahora qué valor de L necesitamos para que el circuito resuene a 3,5 Mc/s.

La figura 24 puede representarse como en la 25, en la que vemos que C1 y C2 están realmente en serie. Por consiguiente el valor resultante de ambos, será:

$$Ct = \frac{410 \times 820}{410 + 820} = 273 \text{ pF}$$

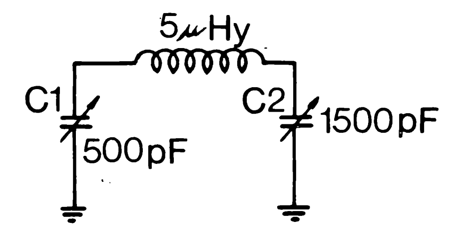


Fig. 24 – Valores obtenidos para nuestro sistema en pi, según los gráficos anteriores

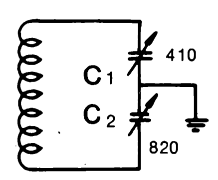


Fig. 25 – Modificación de esos valores con fines prácticos

Conocido el valor de capacidad y el de frecuencia, se determina enseguida el valor de L:

$$L = \frac{25.333}{f^2 \cdot C}$$

o sea:

$$L = \frac{25.333}{12{,}25 \times 273} = 8 \ \mu\text{Hy}$$

Queda pues solamente, para terminar de describir esta etapa ver cómo construimos esta bobina. El material más apropiado para la forma o tubo sobre el que se hará el devanado, es indudablemente la porcelana neutra. Presenta el inconveniente de que es imposible efectuarle perforaciones ni ranuras para guiar el bobinado. Podría pensarse en un devanado "al aire" es decir, autosoportado, pero dada la cantidad de espiras y el diámetro del

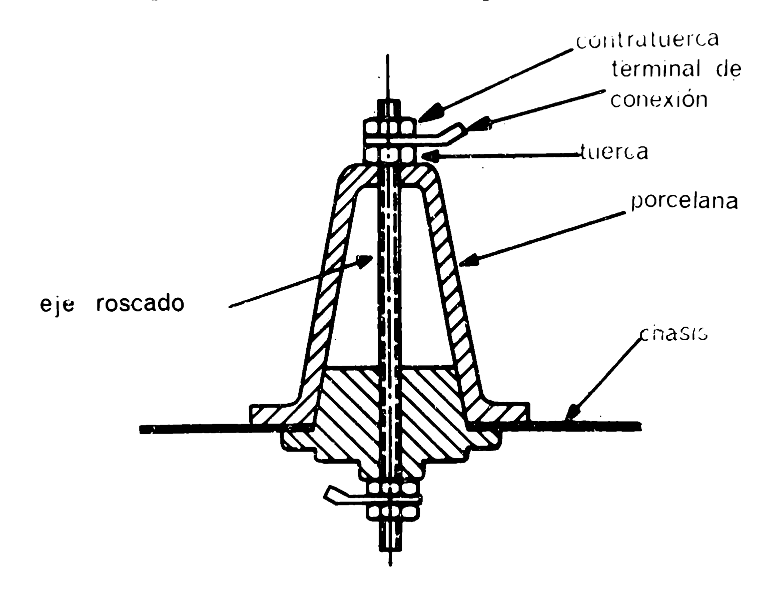


Fig 26 – Estructura de un pilar de salida para la conexión de antena

bobinado, resultaría muy poco rígido, con lo que el valor de autoinducción variaría con mucha facilidad al variar la distancia entre espiras y su posición relativa. El cartón prespan no se presta para ser torneado y por otra parte deja mucho que desear como aislante en radiofrecuencia.

Aún cuando no es el material ideal, prestará muy buenos servicios el lucite, del que se podrá adquirir un tubo de 4 cm de diámetro y unos 10 cm de longitud. Se encargará en una tornería mecánica, un fileteado poco profundo, a razón de 11 filetes por

pulgada, trabajo que se realizará en una longitud de 6 cm. Quedarán libres, 2 cm en cada extremo. Bobinando con alambre de 0,8 mm resultarán unas 35 espiras totalizando el fileteado. En los extremos se harán los agujeros correspondientes para el paso de los tornillos de los pilares de porcelana que la fijarán al chasis, tornillos que a su vez servirán de elementos de conexión.

La Figura 26 muestra el tipo de pilar usado. Se pueden tomar conexiones por sobre y por el interior del chasis. La Figura 27 ilustra acerca de cómo sostener y conectar la bobina a los pilares. Con respecto a la Figura 26 conviene tener presente que cada pieza de porcelana, tanto la superior como la inferior deben tener intercaladas entre ellas y el chasis, sendas arandelas de fibra, o mejor aún, plomo, a fin de evitar que la presión ejercida por las tuercas, pueda romper la porcelana.

El choque marcado CH en el acoplador en pi de la figura 16, es uno común de 2,5 mH a 125 mA.

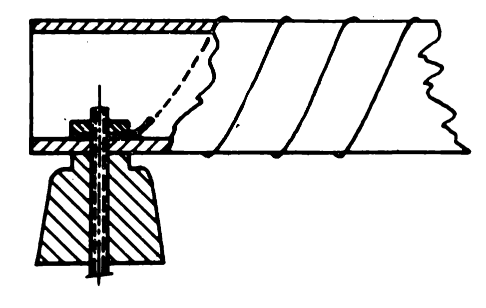


Fig. 27 – Como conectar y sostener la bobina de antena a los pilares de salida

2.6 El Modulador

El modulador que emplea un equipo modulado en placa, no es en realidad otra cosa que un amplificador de audio frecuencia proyectado para ser excitado en su entrada por un micrófono,

y cuya carga en el circuito de salida, en lugar de ser un altoparlante como es lo común en los amplificadores corrientes, está constituida por la o las válvulas finales de r.f. En efecto: en audioamplificador común, T3 (Figura 16) tendría por objeto equilibrar la impedancia de carga de las dos 6BQ6, conectadas por sus placas al primario del transformador, a la impedancia que presentaría la bobina móvil del parlante, que se conectaría al secundario del mismo transformador. Supongamos que la impedancia placa a placa de las 6BQ6 fuese de 6.000 ohms, y que la impedancia de la bobina móvil fuese de 3 ohms. La función de T3 es reflejar en el primario esta impedancia de 3 ohms, como si fuese de 6.000. Esto se consigue por la adecuada relación de espiras. La relación de espiras equivale a la raíz cuadrada de la relación de impedancias. En nuestro ejemplo:

$$n = \sqrt{6.000/3} = 44$$

Esto significa que por cada espira del secundario habrá que bobinar 44 espiras en el primario.

En el caso de un modulador para modulación de amplitud en placa, la carga está representada por las válvulas finales en Clase C, cuya impedancia de carga se calcula dividiendo el valor de la tensión de placa por la corriente de la misma. En el caso de la 6DQ6 sería 350/0,075 = 4.666 ohms. Como se trata de dos válvulas en paralelo, el valor de carga será igual a la mitad de esta cifra, o sea 2.333 ohms.

En cuanto a las 6BQ6, es decir las moduladoras, requieren una impedancia de carga placa a placa de 4.000 ohms. T3 deberá entonces, poseer una relación de espiras de

$$n = \sqrt{4.000/2.333} = 1,3$$

Esto significa que por cada espira del secundario deberá haber 1,33 espiras en el primario.

Como es muy poco probable que el aficionado construya por sí mismo este transformador, este dato le servirá para adquirir el que necesite: un transformador de modulación para 30 watts, de push- a simple, con una relación de 1 a 1,3 de secundario a total de primario.

El esquema completo del modulador lo tenemos en la Figura 28. Vemos que consta en total de tres válvulas, la primera de las cuales contiene un pentodo y un triodo.

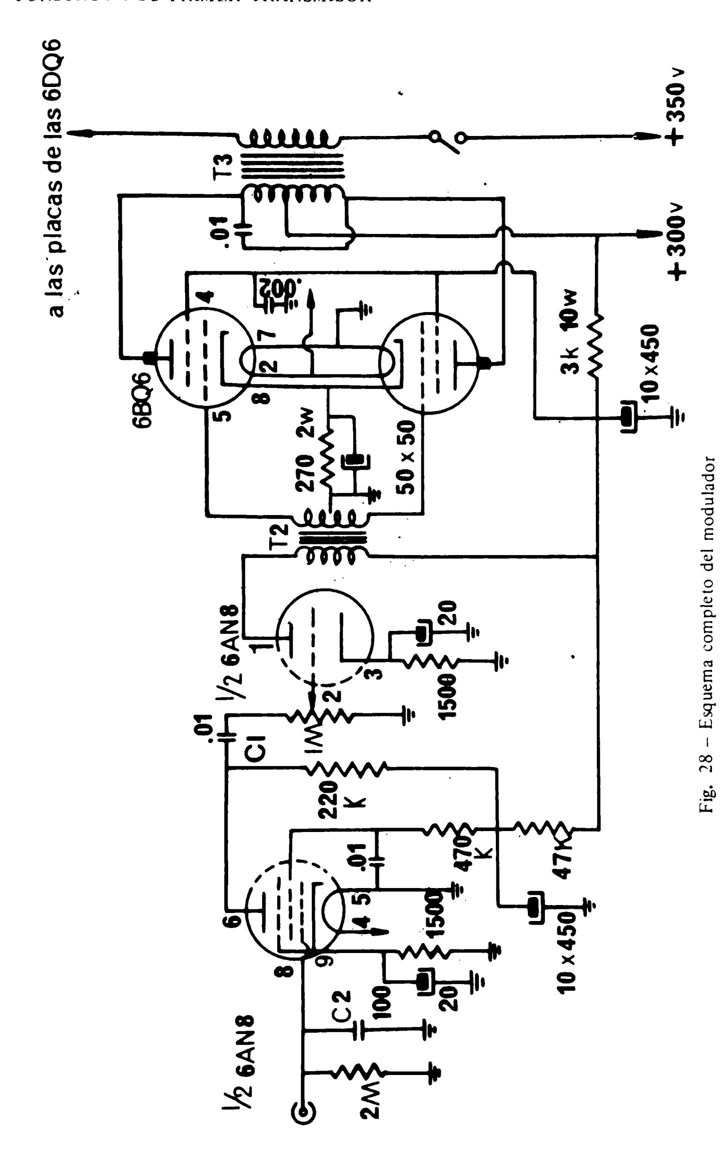


Fig. 28 – Esquema completo del modulador

El circuito comienza con un micrófono, que puede ser el tan usado tipo de cristal. El circuito del pentodo, o sea la primera porción de la 6AN8 constituye de por sí una etapa preamplificadora completa, acoplada por medio de C1 a la segunda porción de la válvula, o sea al triodo, conjunto que proporciona la ganancia necesaria como para poder emplear el micrófono a cristal.

La placa 1 de la 6AN8 se acopla a las válvulas finales por medio de T2 que es un transformador interetapa de placa simple a grillas en push-pull y cuya relación de espiras de primario a total de secundario es de 1 a 3. El control de ganancia se encuentra sobre la grilla del triodo de la 6AN8 y consiste en un potenciómetro común de 1 megohm.

Las válvulas moduladoras trabajan en clase AB1, no obstante lo cual se emplea polarización de reja por resistencia de cátodo.

En lo que se refiere al transformador de modulación, ya hemos visto en renglones anteriores cual es el tipo que emplearemos. No obstante, si no se consiguiese de esas características puede resolverse el problema, ya sea mandándolo construir, o empleando uno del tipo multimatch, para 30 watts.

Los resistores son todos de ½ watt, excepto los que tienen indicación distinta. Los capacitores electrolíticos para alta y baja tensión pueden ser del tipo sub-panel por razones de costo y facilidad de instalación.

Nótese que en paralelo con el primario de T3 se ha conectado un capacitor de relativamente elevado valor. Esto tiene por objeto frenar las frecuencias elevadas. La misma misión tiene C2, a la entrada del preamplificador. Este además tiene por objeto derivar a masa cualquier vestigio de r.f. que pudiera haber captado el cordón de micrófono.

Claro está que si el tono de voz del locutor es ya de por sí grave convendrá disminuir el valor o eliminar el capacitor conectado en el primario de T3, y aún si fuese necesario, disminuir el valor de C1, que puede en algunos casos llegar a .00005 μF.

2.7 La fuente de alimentación

Es la que queda representada en la Figura 29. Es una fuente que provee rectificación de onda completa, en un circuito puente

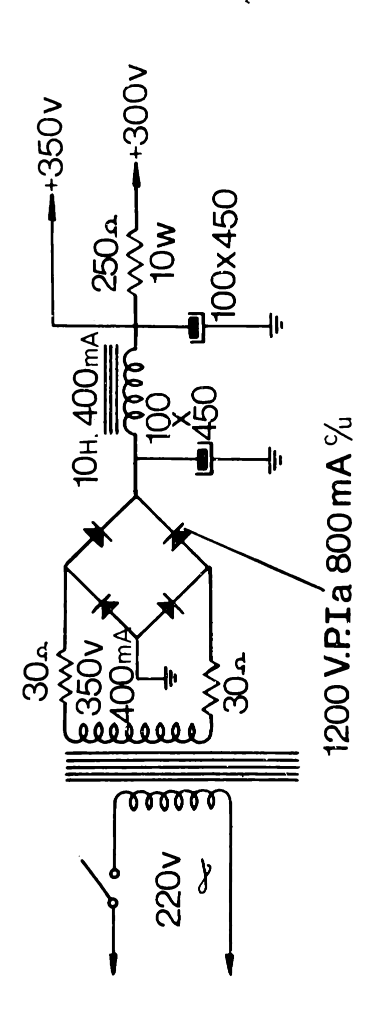


Fig. 29 – Esquema de conexiones de la fuente de alimentación

a silicones. Nótese en el esquema, que aparentemente los silicones están dibujados al revés. Sin embargo ello no es así. En la Figura 30 hemos reproducido el diseño del puente para su mejor comprensión. Rc es la resistencia de carga. La tensión presente en el secundario del transformador es alterna y de una frecuencia de 50 ciclos. Admitamos que en una fracción de segundo la polaridad es la indicada en la figura. La corriente fluirá del extremo negativo del bobinado y seguirá la dirección indicada por las flechas en línea llena. Atravesará el diodo 3, ya que la corriente circula al igual que en una válvula, de cátodo a placa, seguirá a través de Rc, estableciendo en sus extremos una diferencia de potencial con los signos indicados en la figura, y circulando a través del diodo 5, cerrará el circuito en el extremo positivo del secundario.

Cuando se invierte la polaridad, el extremo superior del secundario resultará negativo y la corriente fluirá en el sentido indicado por las flechas en línea de puntos, atravesando los diodos 4 y 6. Nótese que en cualquiera de los dos hemiciclos, la corriente ha circulado a través de Rc en el mismo sentido, es decir, se ha producido rectificación.

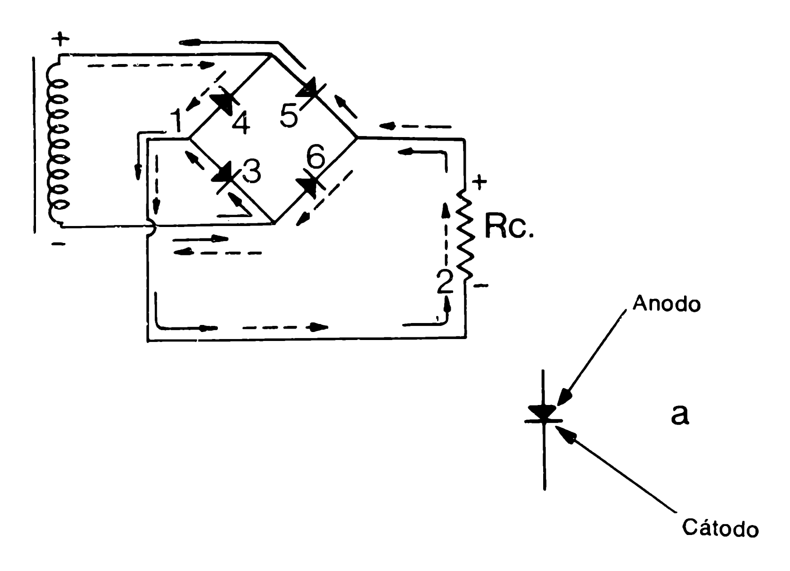


Fig. 30 – Cómo funciona el puente de silicones, rectificando onda completa

La conexión de los silicones suele originar confusiones en el principiante, dado que distintas fábricas presentan sus productos bajo distintas formas y utilizan distintos códigos. La Figura 31 servirá para aclarar este inconveniente. En ella vemos distintos tipos de silicones y sus respectivos ánodos y cátodos.

El sistema puente adoptado tiene sus ventajas sobre el tipo convencional de rectificador de onda completa, ya que el trans-

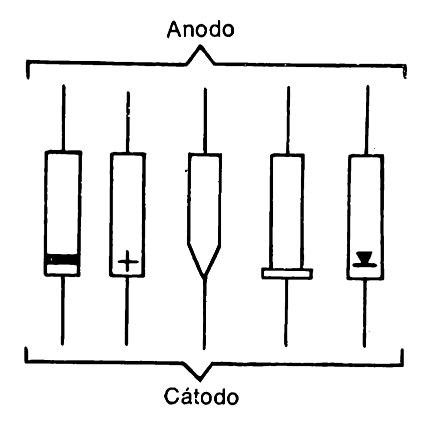


Fig. 31 – Distintos tipos de silicones y sus conexiones

formador empleado resulta más económico al requerir en su secundario la mitad de la tensión que se necesita cuando se emplea transformador con punto medio en dicho secundario. Cierto es que se requieren dos silicones más, pero aún así resulta mucho más conveniente desde el punto de vista económico.

Presenta también ventajas con respecto al uso de válvulas rectificadoras, ya que se elimina un devanado para alimentar el filamento de éstas, con lo que se gana en costo, disminución del consumo, ahorro de espacio y eliminación del calor que éstas producen. Por otra parte sería bastante difícil encontrar una rectificadora capaz de entregar 350 volts rectificados a 400 miliamperes. Resultaría necesario el empleo de dos válvulas rectificadoras en paralelo.

T1 (Fig. 16) lo mismo que el reactor de filtro puede hacerse construir en algún taller especializado, si no se encontrase

en las casas de comercio, o encarar su construcción por nuestros propios medios, lo que resultará bastante más incómodo, pero ahorrará bastante dinero.

En este último caso habrá que proceder al cálculo de ambos elementos para luego proceder a su realización.

T1 sabemos que debe entregar en uno de sus secundarios, 350 volts, a 400 mA. Es decir, 350 X 0,4 A = 140 W. El otro secundario deberá entregar 6,3 volts a 7 amperes, lo que significa 6,3 X 7 = 44 watts. En total 140 + 44 = 184 watts.

Para proyectar el núcleo se acostumbra agregar un 20% al consumo calculado, lo que resulta:

$$184 \times 1{,}2 = 220 \text{ watts}$$

La sección del núcleo se puede calcular ahora por la fórmula:

$$S = 1{,}1\sqrt{W}$$

lo que en nuestro caso sería:

$$S = 1{,}1\sqrt{220} = 16{,}28 \text{ cm}^2$$

Prácticamente 17 cm^2, para compensar pérdidas inevitables.

Conocida ya la sección del núcleo podemos establecer cuántas espiras necesitamos en cada devanado. Comenzamos por determinar la cantidad de espiras por volt, mediante la fórmula

$$n = \frac{22.500}{S \cdot B \cdot f}$$

en la que n es el número de espiras. S es la sección del núcleo en cm^2. B es la densidad magnética, que en los hierros silícios que se encuentran en el mercado, equivale a 10 Kilolíneas por cm^2. f es la frecuencia, la que ya sabemos que es de 50 c/s. Entonces, para nuestro transformador las espiras por volt serán:

$$n = \frac{22.500}{17 \times 10 \times 50} = 2{,}64$$

Si por cada volt necesitamos 2,64 espiras, para obtener 350 volts necesitaremos 350 X 2,64 = 924 espiras. Para obtener 6,3 volts se requerirán 6,3 X 2,64 = 17 espiras. Y para el primario la cantidad de espiras será: 220 X 2,64 X 581 espiras. En resumen:

Primario	581 espiras
Secundario	924 espiras
Secundario fil.	17 espiras

Tenemos que determinar el diámetro de los alambres a emplear. Se adopta una densidad de 2 amperes por cada milímetro cuadrado de sección. Por consiguiente, para el devanado de 6,3 volts, que requiere 7 amperes, la sección será de $7/2 = 3{,}5\ mm^2$. Conocida la sección, el diámetro se determina por la fórmula

$$d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 3{,}5}{3{,}14}} = 2\ mm$$

Como es bastante difícil trabajar con alambre tan grueso, es preferible efectuar la tarea con dos alambres de 1 mm de diámetro, que se devanarán juntos y cuyos extremos se unirán y soldarán entre sí.

De la misma manera se calcula el alambre necesario para el secundario de alta tensión. Si la intensidad ha de ser de 400 mA, la sección de $0{,}4/2 = 0{,}2\ mm^2$. A esta sección corresponde un diámetro de 0,5 mm.

Para averiguar el diámetro del alambre del primario será preciso determinar previamente la intensidad a su través. Establecimos que la potencia tomada por el transformador era de 220 watts. Conociendo la tensión en el primario establecemos la intensidad: $W/E = I$. Por consiguiente:

$$I = 220/220 = 1 \text{ ampere}$$

La sección del alambre será de $1/2 = 0{,}5\ mm^2$. Corresponde a un diámetro de 0,8 mm. Resumiendo:

Alambre primario..............	0,8 mm de diámetro
Alambre secundario A.T.........	0,5 mm de diámetro
Alambre secundario fil..........	2 mm de diámetro

Nos queda por averiguar qué tipo de chapas usaremos para el núcleo. Según la tabla de alambres de cobre esmaltado, caben 11,7 espiras de alambre de 0,8 por cm. Por lo tanto en 1 cm^2, cabrían $11{,}7 \times 11{,}7 = 136{,}89$ espiras. Como necesitamos devanar

581 espiras de este alambre, la sección que ocuparán será de 581/136,89 = 4,2 cm^2.

Con respecto al secundario de alta tensión, vemos en la tabla que con alambre de 0,5 mm caben 18 espiras por cm. Por consiguiente en 1 cm^2 cabrán 18 X 18 = 324 espiras. Como hay que devanar 924 espiras, se necesitará una sección de 924/324 = 2,8 cm^2.

En cuanto al secundario de filamento, con alambre de 2 mm de diámetro, caben 4,7 espiras por cm. En 1 cm^2 cabrán 4,7 X 4,7 = 22 espiras. Como hay que devanar 17 espiras, se requerirá una sección de 17/22 = 0,8 cm^2.

La suma de todas estas secciones es:

$$4{,}2 + 2{,}8 + 0{,}8 = 7{,}8 \text{ cm}^2$$

Podríamos elegir una laminación en que la sección de la ventana del núcleo diera esta cifra. Debemos sin embargo elegir una bastante mayor ya que hay que contar el espacio que ocupará el carretel, el papel colocado entre cada capa de bobinado, las cubiertas que separan los bobinados entre sí, la cubierta final y por último, inevitables imperfecciones del bobinado a mano, que hace que éste ocupe siempre un volumen mayor que el calculado. Estaremos dentro de lo seguro si elegimos una laminación que tenga una ventana con una sección un 50% mayor que la calculada.

En nuestro caso sería 7,8 X 1,5 = 11,7 cm^2.

Consultando el catálogo de laminaciones para núcleos nos encontramos que la laminación N° 60 llena nuestras necesidades, ya que posee una ventana de 2 X 6 cm, lo que da una sección de 12 cm^2. Habrá que adquirir una cantidad de láminas como para que apiladas den un espesor de 4,25 cm. Vemos en la Figura 32 que la rama central del núcleo tiene un ancho de 4 cm. Como necesitamos una sección de 17 cm^2, la altura del núcleo será de 17/4 = 4,25 cm. La Figura 32 reproduce la laminación N° 60.

La construcción del transformador comienza por obtener un taco de madera con las dimensiones dadas en la Figura 33. Nótese que son las del ancho de la rama central del núcleo y el espesor del mismo. La longitud de este taco puede ser de unos diez centímetros. Este taco reemplazará provisionalmente al núcleo, y como indica la figura, se marcarán los centros en las dos caras opuestas. Sobre este taco se construirá un carretel de cartón para-

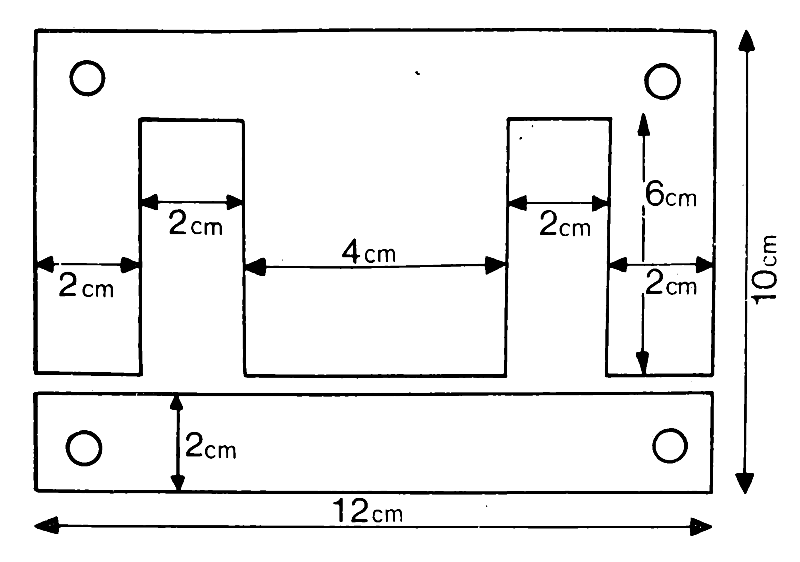


Fig. 32 – Núcleo elegido para la construcción del transformador de alimentación

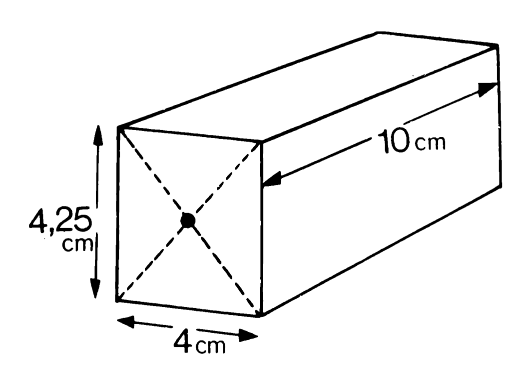


Fig. 33 – Preparación del taco de madera sobre el que se colocará el carretel para empezar a bobinar

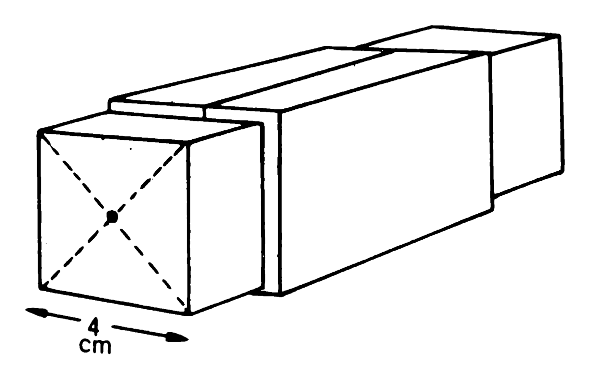


Fig. 34 – El carretel y su taco listo para empezar la tarea

finado de unos 2 mm de espesor, como mínimo. En la Figura 34 vemos el taco de madera con el carretel colocado. Nótese que sobre el costado de 4 cm, es decir, del ancho de la rama central del núcleo se juntan los bordes del carretel. Estos se unen con cinta Durex. La unión de los bordes se hace sobre este costado y no sobre el otro para evitar que al introducir las láminas, una vez construído el bobinado, alguna de ellas pueda introducirse en esta juntura y deteriorar el bobinado primario.

En los dos centros marcados del taco se fijarán las puntas de los ejes de nuestra bobinadora. Esta es una sencilla y casera "máquina" que prestará muy buenos servicios en muchas oportunidades. La Figura 35 es el diseño más simple que pueda concebirse, y que por lo mismo está al alcance de cualquiera que posea un poco de habilidad manual y algunas herramientas.

a es una varilla roscada de 5/16 plg y de aproximadamente, 15 cm de largo. Se consiguen ya roscadas en el comercio. Uno de sus extremos ha sido aguzado a torno. Las tuercas (b) aseguran la varilla roscada a la escuadra (c). Estas tuercas deben atornillar sin "juego". Conviene que sean torneadas. La escuadra (c) se hace con planchuela de hierro de 6 mm de espesor y se perfora para el paso de la varilla roscada a una distancia aproximada de 10 cm. de la base. La otra escuadra (d) es idéntica a la anterior con la diferencia de que la perforación es de mayor diámetro ya que debe alojar al buje roscado (e) que se asegura a la escuadra por medio de las tuercas (f). Demás está decir que los centros de las perforaciones de las dos escuadras deben coincidir exactamente.

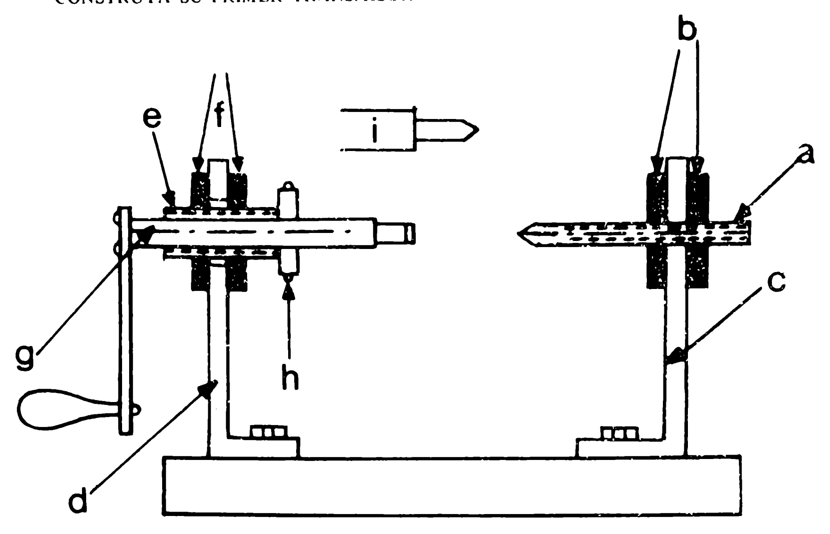


Fig. 35 – Sencilla máquina manual para bobinar

(g) es una varilla de acero trafilado de 8 mm de diámetro y unos 6 cm de largo. En su extremo posterior va asegurada la manija, asegurada por dos tornillos pasantes de 1/8 colocados diametralmente. (h) es un collar con tornillo prisionero y tiene por objeto evitar que *g* se desplace hacia afuera. La punta anterior de g se lima hasta obtener dos caras planas como se muestra en (i) con sus extremos en bisel.

El aficionado que lo desee y esté en condiciones de hacerlo, podrá perfeccionar esta "máquina" dotándola de un cuenta revoluciones, colocándole un sistema de engranajes para variar la velocidad, equipándola con un pequeño motor eléctrico, etc.

La forma de comenzar el devanado se muestra en la Figura 36. Se extiende el alambre longitudinalmente sobre el carretel y se le fija con un trozo de tela adhesiva. Las espiras siguientes que pasarán sobre esta tela aprisionarán y fijarán el comienzo del bobinado. Se continuará éste hasta cubrir todo el largo del carretel, cuidando de que las espiras queden bien colocadas una junto a otra sin superponerse. Terminada una capa de bobinado se cubrirá con una tira de papel aceitado del mismo ancho del carretel, y sobre este papel se bobinará la segunda capa, yendo ahora de

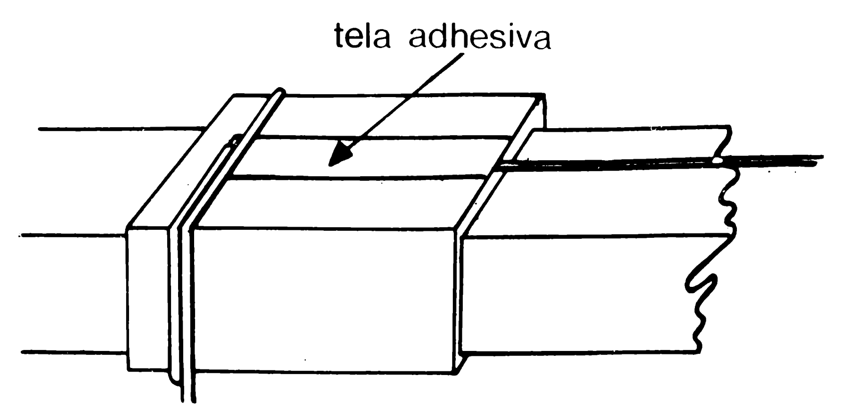


Fig. 36 – Detalle del comienzo del bobinado primario

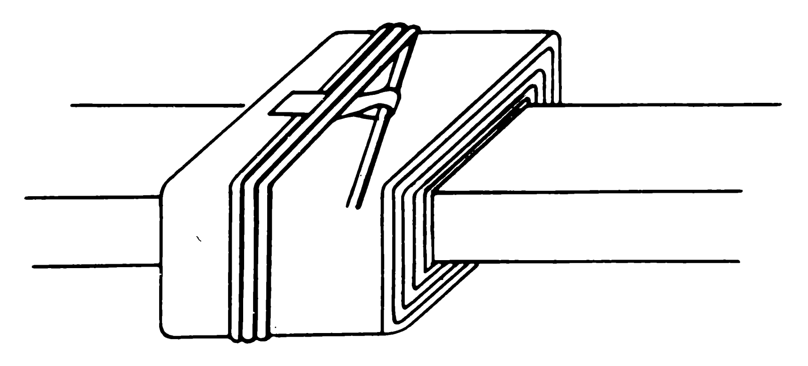


Fig. 37 – Cómo terminar el bobinado primario

derecha a izquierda. Se colocará otra capa de papel, y así sucesivamente hasta completar las espiras correspondientes al primario. El final del bobinado se realizará en la forma que muestra la Figura 37. Faltando cinco a seis espiras para terminar el devanado, se colocará un trocito de cinta de hilera doblada en dos, sobre la que se devanarán las espiras restantes. Quedará un ojal por el que se pasará el extremo final del alambre. Tirando luego de la colita posterior de la tira de género, se arrima esta espira a las restantes, la que queda firmemente sujeta.

Terminado el primario se cubre con dos vueltas de papel aceitado y una de fibra de 0,2 mm de espesor.

El secundario se devana en la misma forma que el primario, y por último se devanará el secùndario de baja tensión del que ya dijimos que conviene realizarlo con dos alambres juntos de 1 mm de diámetro, soldando sus extremos de principio y fin.

En todos los casos, al terminar el devanado de un secundario se envolverá con dos capas de papel aceitado y una de fibra sobre la que se bobinará el secundario siguiente. Terminados todos los bobinados se colocará una cubierta exterior constituida por una vuelta de fibra. Sobre ella se colocará otra cubierta provista de terminales a los que se soldarán los chicotes de principio y fin de devanados. Estos chicotes irán forrados con trocitos de spagheti para evitar cualquier contacto accidental entre ellos.

Ahora se retirará el taco de madera y se procederá a colocar el núcleo. Las chapas se irán alternando en forma de que una cubra los cortes de la anterior, es decir, que si una lámina va colocada como se ve en la figura 32, la siguiente llevará la tira recta, colocada en la parte superior, tal como si colocáramos la figura al revés. Se seguirán colocando chapas hasta llenar todo el espacio hueco, y deben seguir entrándose a presión, hasta que materialmente no sea posible entrar una más. Se asegurará el núcleo con su tapa metálica por medio de los cuatro tornillos y se apretarán sus tuercas a fondo. Conéctese ahora el primario a la red. Si se oyera algún zumbido proveniente de la vibración de las láminas del núcleo, se procederá a construir una pequeña cuña de madera, la que se introducirá con suaves golpes de martillo, entre núcleo y carretel. El transformador en estas condiciones no debe producir el más mínimo zumbido.

Si se dispone de comodidades y un buen barniz, conviene impregnar el transformador. Si no, es preferible dejarlo así. En el caso de querer impregnarlo, convendrá hacerlo en el bobinado y núcleo. Para esto, una vez terminado el transformador y sin la cubierta metálica colocada, se somete el transformador a la acción del calor, para evaporar la humedad que pudiera contener interiormente. Se requieren 4 a 5 horas de horno a no más de 70°. Inmediatamente se sumerge el transformador en el barniz y se le deja por espacio de una a dos horas. Se seca al aire o al horno según el tipo de barniz que se utilice.

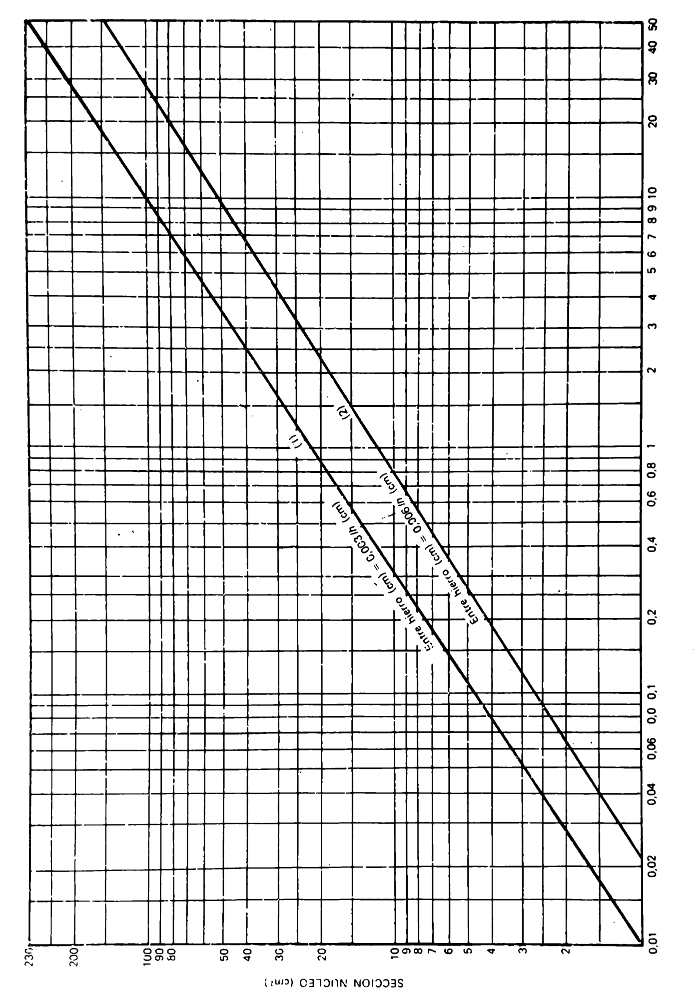


Fig. 38 – Gráfico para establecer la sección del núcleo del inductor de filtro

Proyecto del inductor de filtro.

Según el gráfico de la Figura 38 podemos elegir dos espesores de entre hierro. Hagamos la salvedad de que llamamos entrehierro al espacio que dejaremos entre todas las láminas del núcleo en forma de E, apiladas uniformemente, y las chapas en I. Esto podrá apreciarse mejor, observando la Figura 39. Al armar el núcleo, este espacio se llena con papel aceitado o fibra. El siguiente paso es elegir por aproximación la laminación a utilizar. Será muy útil disponer de un catálogo de laminaciones para núcleos, los que se consiguen en las casas que los fabrican. Este entrehierro tiene mucha impor-

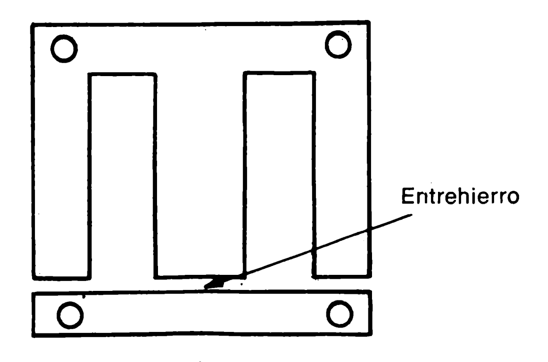


Fig. 39 – Qué se entiende por entrehierro en un inductor de filtro

tancia porque al interrumpir el circuito magnético, introduce en él una resistencia magnética (reluctancia) muchas veces mayor que si aumentase la longitud magnética.

Siempre de acuerdo al gráfico de la Figura 38, multiplicamos la inductancia necesaria (10 Hy) por el cuadrado de la intensidad, lo que nos da:

$$10 \times 0,4 \times 0,4 = 1,6$$

Con este valor en el eje horizontal, seguimos verticalmente hasta cortar la curva (2) que es la elegida, y desde ese punto seguimos horizontalmente hasta cortar el eje vertical, en el que leemos 16 cm^2. Vemos que es casi la misma sección de núcleo que la del transformador de alimentación. Con este dato entramos al gráfico de

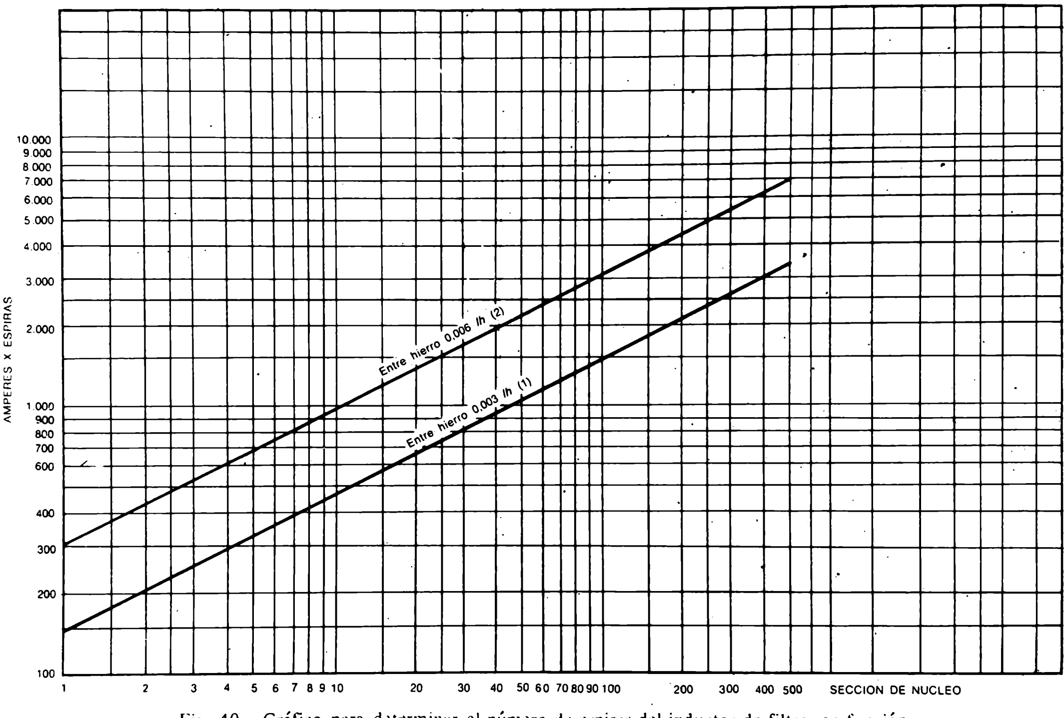


Fig. 40 – Gráfico para determinar el número de espiras del inductor de filtro, en función de la sección del núcleo y del entrehierro elegido

la Figura 40, y en el eje horizontal buscamos el punto que corresponda a la sección del núcleo (1'6 cm). Desde este punto seguimos verticalmente hasta cortar la curva (2) y desde este punto seguimos horizontalmente hasta cortar el eje vertical en el que leemos 1.250. Este es el producto de las espiras por la intensidad. Dividiendo entonces esta cifra por la intensidad, tendremos el número de espiras:

$$1.250/0,4 = 3.125 \text{ espiras}$$

Como hemos visto anteriormente, al tratar el transformador de alimentación, para una intensidad de 400 mA se necesita una sección de alambre de 0,2 mm^2, o lo que es lo mismo, 0,5 mm de diámetro. Vimos también que en 1 cm^2 caben 136,89 espiras. Por consiguiente, 3.125 espiras ocuparán 3.125/136,89 = 22 cm^2. Se podrá emplear la laminación N° 150, cuyas dimensiones aparecen en la Figura 41. La longitud magnética (línea de puntos en la figura) es:

$$AB = 162 - 22,5 = 139,5$$
$$DC = 162 - 22,5 = 139,5$$
$$AD = BC = 11,25 + 28,5 + 22,5 = 62,25$$

Sumando estas cuatro longitudes tenemos:

$$139,5 + 139,5 + 62,25 + 62,25 = 403,5 \text{ mm}$$

Esta es la longitud magnética del núcleo, que llamaremos m.

Como en los gráficos empleados hemos elegido la curva (2) que corresponde a 0,006 *lh*, expresado en mm. tendremos:

$$403,5 \times 0,006 = 2,42 \text{ mm}$$

Como el entrehierro existe en ambas ramas del núcleo, el espesor en cada una será de 1,21 mm.

El espesor del núcleo será de 3,5 cm.

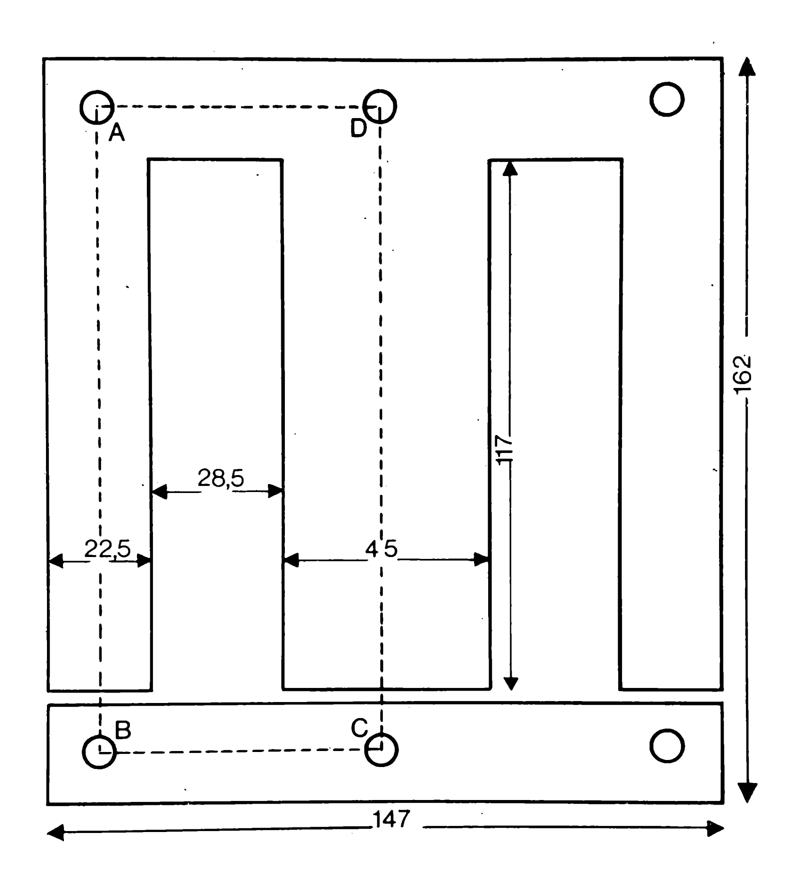


Fig. 41 – Dimensiones del núcleo empleado en el inductor de filtros

CAPITULO III

DISTRIBUCION DE LOS MATERIALES PARA EL ARMADO

3.1 El equipo

Convendrá disponer el equipo en dos chasis: uno para toda la parte de radiofrecuencia y modulación, y el otro para la fuente de alimentación. Esto se debe al tamaño relativamente grande del transformador de alimentación y del inductor de filtro. Este chasis podrá medir 20 X 35 X 7 cm, y deberá estar construido en chapa de hierro suficientemente gruesa debido al peso de los elementos. Por la misma razón conviene que el chasis sea cerrado, es decir, sin los costados laterales abiertos.

El transformador (T1 de la Fig. 16) así como el inductor de filtro se ubicarán sobre el chasis. Los silicones y los tres capacitores de filtro irán en el interior del mismo, así como el resistor de 250 ohms. LL1 y LL2 se colocarán en el costado frontal. En el opuesto estará la perforación protegida con niple de goma, para dar paso al cordón para la conexión a la línea de 220 volts. Además se ubicará un peine de conexiones para las dos salidas con alta tensión, la conexión de filamentos, y la de masa. La Figura 42 muestra desarrollado el chasis de la fuente de alimentación y la ubicación de los diversos elementos. Se trata de una vista desde el interior del chasis.

La conexión que lleva la corriente para los filamentos debe ser hecha con alambre de no menos de 2 mm de diámetro. Téngase en cuenta que en esta sección están circulando nada menos que 7 amperes y que la pequeña resistencia que pueda introducir un alambre de menor diámetro se traducirá en una caída de tensión, por lo que las válvulas, mal alimentadas en sus filamentos darán un pobre rendimiento. Esto es tan importante que en transmisores de relativa potencia se emplea un transformador para filamento al pie de cada válvula, a fin de anular casi las conexiones.

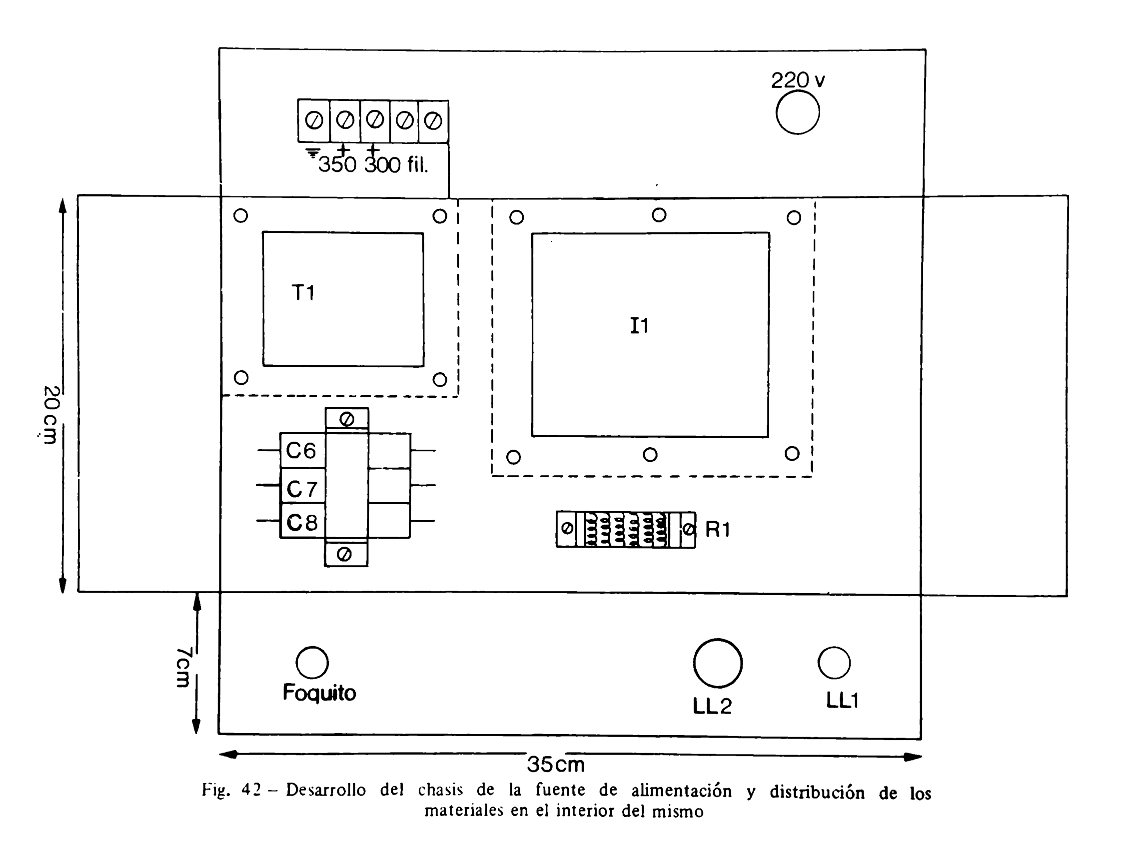


Fig. 42 – Desarrollo del chasis de la fuente de alimentación y distribución de los materiales en el interior del mismo

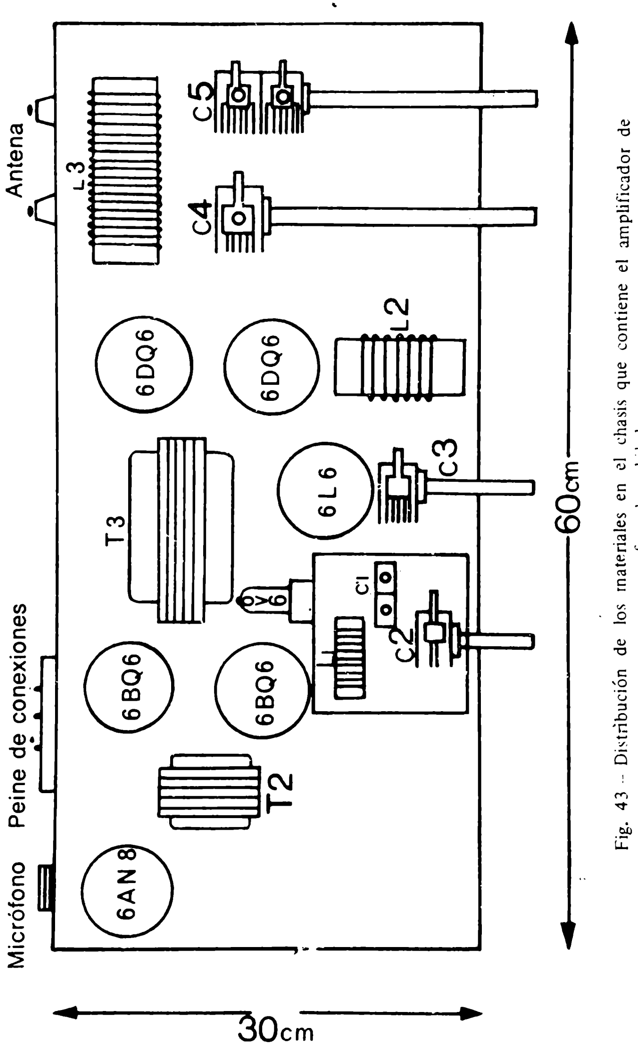


Fig. 43 -- Distribución de los materiales en el chasis que contiene el amplificador de r.f. y el modulador

En lo que respecta a la distribución del material del transmisor propiamente dicho (sección de r.f. y modulador) nos referimos a la Figura 43 en la que es representado dicho material visto *sobre* el chasis. En el costado posterior del mismo observamos el conector de micrófono, próximo al cual se encuentra, ya sobre el chasis, el zócalo de la válvula 6AN8, que como sabemos, es la preamplificadora de micrófono y excitadora del push-pull final. El control de ganancia que actúa sobre la grilla 2 de dicha válvula, va montado en el costado anterior del chasis, tal como se puede apreciar en la figura 44. Este potenciómetro conviene montarlo cerca del zócalo, valiéndose de una escuadra, y acoplar su eje por medio de un buje a una varilla de aluminio de ¼ de plg, que atraviesa el costado frontal para la colocación de la correspondiente perilla de comando.

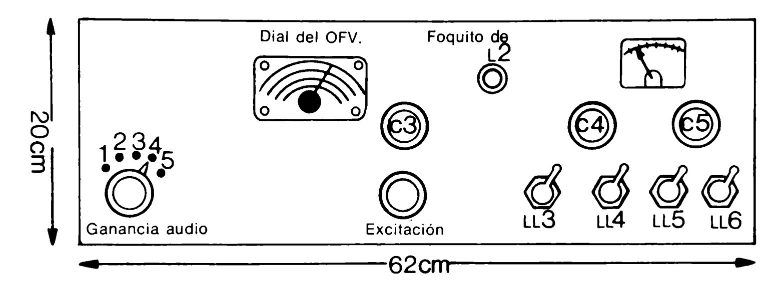


Fig. 44 – Vista del panel frontal del transmisor

Próximo al zócalo de la 6AN8 nos encontramos con T2 (ver Fig. 16) que por razones fáciles de comprender se encuentra frente a las dos moduladoras 6BQ6. Siguiendo hacia la derecha, el transformador de modulación T3, el que a su vez resulta próximo a las válvulas moduladas 6DQ6. La salida de éstas, de acuerdo al esquema de la Figura 16 está conectada al acoplador en pi, constituido por L3, C4 y C5, elementos de los que ya nos hemos ocupado en páginas anteriores.

El tanque L2-C3 que excita al paralelo 6DQ6 y está conectado a la placa de la 6L6, está ubicado en la Figura 43, precisamente en la disposición más conveniente para obtener conexiones cortas y directas.

La reja de la 6L está excitada por el O.F.V. razón por la cual éste está ubicado también en sus proximidades. Se advierte en el

O.F.V. la distribución de L1-C1 y C2. Las Figuras 7 a 10 muestran la construcción de la caja que actúa de blindaje y la disposición de los materiales.

La Figura 44 muestra el frente de este chasis y la ubicación de los distintos controles. No se dan medidas para la perforación de zócalos, llaves, potenciómetros, etc., porque ellas dependen del tipo y tamaño del material que utilice cada uno de los posibles constructores.

Ubicados ya todos los materiales corresponde proceder al conexionado entre ellos. Los choques, resistores fijos, capacitores, etc., se ubicarán en forma de obtener las conexiones más cortas posible y se fijarán, si es preciso, por medio de puentes con terminales. Todos los elementos deben quedar mecánicamente rígidos en el lugar que ocupen.

El peine de conexiones que irá colocado en el costado posterior del chasis, se unirá al de la Figura 42 a fin de hacer llegar al transmisor las tensiones necesarias para alimentar placas, rejas auxiliares, filamentos, etc. Con respecto a estos últimos será conveniente recordar que tanto las 6DQ6 como las 6BQ6, requieren 1,2 amperes en sus filamentos. Por lo tanto el cable que sale del terminal *fil* del peine de la figura 42 deberá tener un diámetro no inferior a 2 mm. Pueden emplearse dos cables conectados en paralelo, de 1 mm de diámetro. Esto rige también para las conexiones que desde el peine del chasis del transmisor, van hasta los filamentos de las citadas válvulas. En renglones anteriores ya nos hemos referido a este asunto y dimos las razones que aconsejan esta medida. Para los demás filamentos podrá emplearse cable o alambre de 0,8 mm de diámetro. Estas conexiones convendrá llevarlas en lo posible, contra el borde interior del chasis, evitando su proximidad con los circuitos de grilla, sobre todo en la sección de audio. No es indispensable pero si conveniente llevar la conexión de filamento (la otra patita va directamente a chasis) provista de malla de blindaje conectada a masa. En muchos casos evitará la aparición de zumbidos, y de todas maneras conferirá una mayor rigidez a la línea.

3.2 Racks y gabinetes

Siempre que sea posible es preferible el empleo de un gabinete metálico cerrado. Ello proporciona seguridad al operador, protección del equipo contra los agentes exteriores (tierra, etc.), evita la irra-

diación de r.f. dentro del cuarto de transmisión si dicho gabinete está conectado a tierra, y por último da un mejor aspecto desde el punto de vista estético. Claro está que aquí interviene el factor económico ya que dichos gabinetes son bastante costosos tanto si se adquieren hechos como si se encarga su construcción.

Cuando el costo resulta prohibitivo, el recurso más simple y económico es disponer sobre la mesa de operación, una al lado de la otra, las dos bandejas con sus correspondientes frentes.

Con un poco de habilidad manual es posible que el lector pueda construir su propio "rack" el que puede adoptar distintos aspectos. En la figura 45 puede verse uno de ellos, construido totalmente en madera con una terminación a base de pintura negra frostinada o esmaltada. En él pueden ubicarse fácilmente dos o tres bandejas. cuyos frentes independientes permiten retirar cualquiera de ellas para una eventual reparación.

Otro modelo que también puede ser construido en madera o en hierro ángulo es el que se muestra en la Figura 46, que exige un poco más de trabajo, pero que prolijamente terminado puede

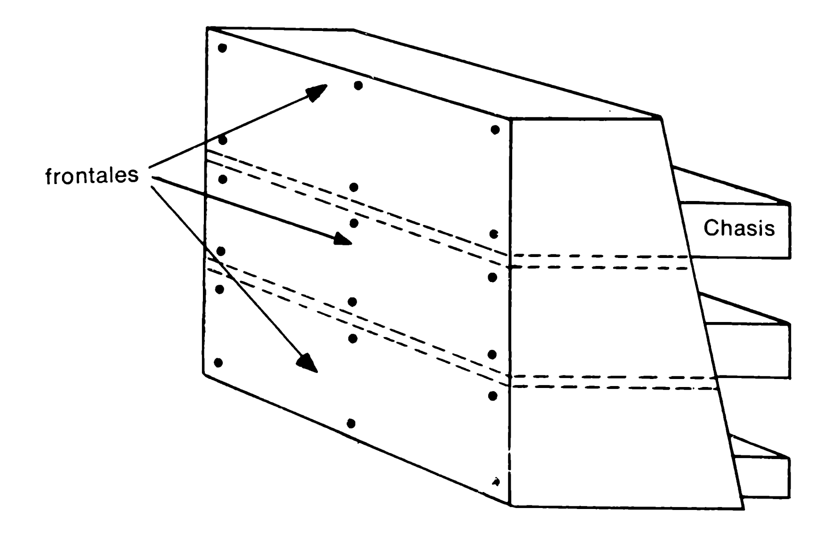


Fig. 45 – Un posible rack para el transmisor, muy fácil de construir

presentar un aspecto muy sobrio y casi profesional. Tiene capacidad para dos bandejas pero es obvio que siguiendo el mismo sistema podrían ubicarse todas las que se necesitasen. Las bandejas pueden estar provistas de panel frontal o no, siempre que los chasis sean lo suficientemente altos para contener en su interior los capacitores variables, instrumentos de medición y los diversos controles. La terminación del "mueble" quedará a gusto del lector (enchapado, pintado, esmaltado, etc.).

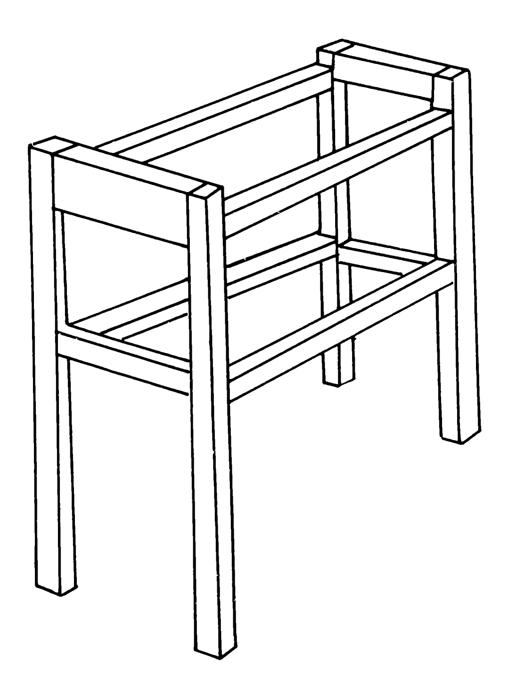


Fig. 46 – Otro modelo de rack que puede construirse con listones de madera o hierro ángulo

CAPITULO IV

AJUSTE, PUESTA EN MARCHA Y DEFECTOS EN EL TRANSMISOR

4.1 Generalidades

En las líneas que siguen nos referiremos para indicar la puesta en marcha y el ajuste del equipo, al esquema de la Figura 16. Comenzaremos por conectar en los bornes de antena, una lámpara de alumbrado de 60 watts, que actuará como antena fantasma. Todos los interruptores, desde LL1 hasta LL5 estarán en posición de circuito abierto. Se conectará el equipo a la red de alumbrado. Accionaremos LL1 con lo que encenderán filamentos de todas las válvulas y el foquito testigo de la fuente de alimentación. Transcurridos algunos instantes se cerrará LL2 con lo que recibirá alimentación anódica el O.F.V. Cerraremos totalmente C2 y tendremos encendido nuestro receptor sintonizado exactamente en 3.500 Kc.

Accionaremos ahora los dos trimmers que constituyen C1 hasta escuchar en el receptor la señal emitida por el O.F.V. Llevaremos ahora la sintonía del receptor hasta 3.800 Kc/s y accionaremos C2 para comprobar si el receptor recibe esta señal con C2 al final de su dial. Si así no fuera, y la señal de 3.800 Kc se recibiera, por ejemplo, con el dial de C2 a mitad de recorrido, será indicio de que éste tiene demasiada capacidad. Se le podrá retirar una lámina al rotor y probar hasta que el extremo superior de la banda se reciba con C2 a mínima capacidad. Sin embargo es poco probable que esto ocurra si se han respetado los valores dados.

Seguros ya de que el O.F.V. cubre exactamente toda la banda procederemos a ajustar la etapa siguiente. Antes de proseguir debemos tener presente que nuestro O.F.V. no estaba emitiendo efectivamente en 3.500 ni en 3.800 Kc/s sino en 1.750 y en 1.900 respectivamente. El receptor sintonizado en 3.500 y 3.800 estaba recibiendo la segunda armónica sin amplificar.

Cerramos ahora LL6 con lo que queda alimentada la etapa a

cargo de la 6L6 Por medio de la variación de C3 buscaremos el punto de máximo brillo del foquito acoplado a L2. Posiblemente encontraremos a lo largo del recorrido de C3, dos puntos en que enciende el foquito. Elegiremos el de menor intensidad luminosa, pero en ese lugar del dial, el máximo de iluminación. Llevaremos LL5 a la posición 1-2 con lo que el miliamperímetro registrará la corriente de grilla de las válvulas finales. La lectura debe estar alrededor de los 8 mA. Si retocando C3 no se alcanzara este valor, se accionará el potenciómetro de 25 K, 7W, hasta conseguir la corriente indicada.

Se pasará ahora LL5 a la posición 3-4 y se cerrará LL4 con lo que quedará aplicada la alta tensión a las válvulas finales. *Rápidamente* giraremos C4 hasta obtener mínima lectura en el instrumento, esto debe coincidir con el máximo brillo en la lámpara de carga. Si la lectura del instrumento fuera menor de 150 mA, se accionará C5 hasta obtener por sucesivos tanteos una lectura mínima de 150 mA, coincidente con el máximo brillo de la lámpara de carga.

Se cierra ahora LL3 con lo que queda alimentado el modulador. Si no existen errores de conexiones, al hablar frente al micrófono deberán notarse pronunciadamente las variaciones de luminosidad de la lámpara de carga.

Una vez ajustado el equipo, LL6, LL3 y LL4 permanecerán cerradas, y abiertas LL1 y LL2. Cuando se desee poner nuevamente en funcionamiento el transmisor, bastará cerrar LL1, esperar unos minutos, y luego cerrar LL2. Esta será la única llave que se accionará para manejar el transmisor. LL5 por supuesto, se colocará en la posición que se necesite para leer ya sea la corriente de grilla o la de placa de las válvulas finales.

Cuando se desee sintonizar el transmisor sobre la frecuencia de una señal que se está escuchando y con la que se desea establecer contacto, se abrirá LL3, LL4 y LL5 y se actuará con C2 hasta obtener en nuestro receptor la señal que se sobrepone a la que se escuchaba. Conseguido esto se abre LL2 y se cierran todas las demás llaves. Ya estamos en condiciones de llamar al colega en el momento oportuno, con sólo cerrar LL2.

4.2 Fallas más comunes

Una de las más frecuentes es la presencia de zumbido en la señal emitida. Esto puede comprobarse fácilmente si se posee un

monitor, o de lo contrario sintonizando la señal con el receptor de la estación. Este debe encontrarse a considerable distancia del emisor y con los controles de sensibilidad al mínimo.

El zumbido puede provenir del modulador o de la parte de r.f. Córtese la modulación, abriendo en nuestro caso LL3, y escuche en el receptor si la portadora aparece con zumbido. Si ésta es limpia, evidentemente el zumbido proviene del modulador. De lo contrario el zumbido puede originarse por defecto en alguna celda de filtro perteneciente a la alimentación de una o mas etapas de r.f.

Para comprobar si el zumbido proviene del modulador abriremos la conexión en el punto X sobre el potenciómetro de 1 M. y conectaremos entre el capacitor de 0,01 y masa un auricular telefónico. El micrófono deberá estar conectado. Si así se apreciase zumbido será conveniente blindar todas las conexiones pertenecientes a la pata 8 de la 6AN8, así como el conector de micrófono, y conectar éste a masa.

Si no se percibiese zumbido se repondrá la conexión en el punto X y se conectará el auricular mediante un capacitor de 0,01 en serie, entre la pata 1 de la 6AN8 y masa. Si aquí se percibiese zumbido, compruébase el estado del electrolítico (a) de 10 μF X 450 V.

Si hasta este momento no se hubiese podido detectar la presencia de zumbido se conectará el auricular entre los extremos del secundario de T2 y se tratará de variar su posición con respecto al transformador de alimentación.

Si a pesar de todo esto persistiese el zumbido, pruébese mejorar el filtrado de la fuente de alta tensión, agregando en serie otra celda de filtro. En el diseño de la Figura 26 esto es bastante improbable.

Otra de las dificultades con que frecuentemente tropieza el aficionado es la llamada *modulación negativa.* Cuando un transmisor modulado en placa funciona correctamente, la aguja del miliamperímetro de placa de las válvulas moduladas, debe permanecer inmóvil, se hable o no frente al micrófono. Si la aguja tiende a ascender con la modulación, es posible que la causa sea un exceso de potencia de audio, que está determinando sobremodulación. El remedio es obvio: disminuir la ganancia de audio. También puede deberse a oscilaciones parásitas en el amplificador clase C. Estas son bastante difíciles de localizar; pero como prevenir es mejor que curar, en el diseño de la Figura 16 vemos en serie con las placas de las 6DQ6, un choque de cuya construcción ya nos hemos ocupado

al tratar en el Capítulo I el amplificador final. Con el mismo fin se han conectado los choques de grilla, de cuya construcción también nos ocupamos en el mencionado capítulo.

La presencia de oscilaciones parásitas puede detectarse fácilmente acoplando al tanque de placa un ondámetro sensible con el que se puedan explorar señales comprendidas entre pocos centenares de Kc/s y 50 ó 60 Mc. Esto, por lo pronto, nos dará una idea de si se trata de oscilaciones de alta o baja frecuencia. En el primer caso el choque supresor se conectará en serie tal como aparece en las grillas de las 6DQ6. Para oscilaciones de baja frecuencia convendrá colocarlo en serie con la resistencia de grilla, de 25 K. Un índice seguro de que existen oscilaciones parásitas es sustituir los choques de grilla por sendos resistores de 20 ohms y 2 watts. Si estos recalientan, con toda seguridad existen oscilaciones parásitas.

Conexiones largas en circuitos de r.f. pueden dar lugar a oscilaciones del orden de varios Mc/s. En cambio es posible que un choque de unos pocos milihenrios, según cual sea su capacitancia distribuída pueda generar una oscilación de algunos centenares de Kc/s. En este caso, un resistor de unos 10.000 ohms en paralelo con el choque terminará con la oscilación.

El aumento de lectura en el instrumento de placa al modular, puede deberse también a falta de neutralización en la etapa modulada. Con las válvulas usadas en la Figura 16 es difícil que esto ocurra. No obstante en el capítulo correspondiente nos hemos ocupado de este problema.

Si al modular, la aguja tiende a descender en su indicación, las causas pueden ser bastante numerosas. Entre otras, el defecto puede estar en la fuente de alimentación, en la etapa de r.f. modulada en la etapa excitadora de r.f. o en el mismo transformador de modulación.

La fuente de alimentación puede motivar este fenómeno si su regulación es pobre, es decir, si la tensión que suministra varía apreciablemente con las variaciones de carga. Esto se evita con un cuidadoso diseño de las celdas de filtro, con transformadores de alimentación de buena calidad, y evitando el uso de válvulas rectificadoras de alto vacío con filtros por capacitor de entrada.

Aún con todos estos cuidados la fuente puede resultar la culpable si ella alimenta a su vez al amplificador clase C y al modulador, cuando éste trabaja en clase B, en el que las variaciones de intensidad son muy enérgicas.

Otra causa puede ser la insuficiente alimentación de los filamentos de las etapas de r.f. y del modulador. Verifíquese la tensión sobre el zócalo de cada válvula. Si ésta no fuese la correcta acórtense las conexiones en lo posible, y sobre todo, úsese cable de mayor sección.

Otra causa del defecto que estamos comentando puede deberse a insuficiente tensión negativa en la reja del amplificador final clase C. Esta puede medirse directamente con un voltímetro de 20.000 ohms por volt siempre que la punta de prueba aplicada a la grilla lleve en serie un choque de r.f. de 2,5 mHy. Esto se comprenderá si se tiene en cuenta que la linealidad de la modulación mejora cuando la etapa opera en rigurosa clase C, vale decir, cuando la tensión de polarización de grilla es mayor que la tensión negativa necesaria para llevar al corte la corriente de placa. Por otra parte los manuales indican cual debe ser la tensión correcta para operación en clase C. Además, si se aumenta la tensión negativa de grilla se hará necesaria una mayor tensión de excitación.

Un exceso de tensión y de intensidad anódica en el amplificador clase C modulado puede causar también este defecto. Otro motivo puede ser el valor inadecuado del capacitor de pantalia de las válvulas finales (6DQ6) en nuestro esquema, ya que si este valor es grande puede derivar las señales de audio y producir una caída en la intensidad de placa. Por otra parte la grilla resultará poco modulada con respecto a la placa.

En lo que se refiere a escasa excitación, esta puede regularse, como ya sabemos, por medio del potenciómetro de 25 K instalado en la reja de la 6L6. Por último el defecto puede ser debido a un incorrecto equilibrio de impedancias entre la que presenta la carga y la que requiere el circuito anódico del modulador, tema del que nos hemos ocupado ya en renglones anteriores.

Los trabajos de composición en frío, diagramación, armado y obtención de películas para la impresión en hueco-offset de este libro, fueron realizados por TECNIPRESS ARGENTINA – Vera 1126, 84-8824, Buenos Aires.

Se terminó de imprimir el 20 de octubre de 1972 en la Imprenta Morano, Independencia 3183, Buenos Aires.